СОВРЕМЕННЫЕ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ VII МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

ИВАНОВО, 17 ОКТЯБРЯ 2024 г.

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

СОВРЕМЕННЫЕ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ VII МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

ИВАНОВО, 17 ОКТЯБРЯ 2024 г.

«MODERN FIREPROOF MATERIALS AND TECHNOLOGIES»
Collection of materials of the VII International scientific-practical conference
Ivanovo, October 17, 2024.

Иваново 2024

УДК 614.8
ББК 38.96
С 56

С 56 **Современные пожаробезопасные материалы и технологии :** сборник материалов VII Международной научно-практической конференции, Иваново, 17 октября 2024 г. – Иваново : Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2024. – 594 с.
ISBN 978-5-907492-53-0

В сборник включены материалы VII Международной научно-практической конференции «Современные пожаробезопасные материалы и технологии».

В сборнике рассмотрены вопросы исследования пожарной опасности веществ и материалов, зданий и сооружений, разработки современных способов снижения пожарной опасности; современные научно-технические достижения в области разработки систем противопожарной защиты объектов, систем и средств пожарной безопасности и спасения людей; проблемные вопросы развития системы технического регулирования в области пожарной безопасности, совершенствования системы стандартизации и сертификации материалов и технологий.

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

Редакционная коллегия

канд. техн. наук, доцент **Д. Б. Самойлов** (председатель редколлегии),
канд. техн. наук, доцент **В. А. Комельков** (заместитель председателя редколлегии),
канд. техн. наук, доцент **В. Б. Бубнов,** канд. техн. наук, доцент **А. Х. Салихова,**
канд. хим. наук **Е. В. Баринова**
О. С. Чуприна

УДК 614.8
ББК 38.96

ISBN 978-5-907492-53-0

© Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС, 2024

УДК 677.027.625.162

А. В. Абакумов, А. С. Федоринов, К. А. Ерзунов, О. И. Одинцова
Ивановский государственный химико-технологический университет

ХАРАКТЕРИСТИКА ИННОВАЦИОННЫХ СПОСОБОВ ПРИДАНИЯ ОГНЕСТОЙКОСТИ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫМ ТКАНЯМ

Приведена краткая характеристика методов придания хлопчатобумажным текстильным материалам огнезащитных свойств: метод послойного нанесения и золь-гель технология. Показано преимущество золь-гель метода для огнестойкой и полифункциональной отделки тканей.

Ключевые слова: огнестойкая отделка, метод послойного нанесения (LbL), золь-гель технология, огнестойкие хлопчатобумажные ткани

A. V. Abakumov, A. S. Fedorinov, K. A. Erzunov, O. I. Odintsova

CHARACTERISTICS OF INNOVATIVE WAYS TO IMPRESS FIRE RESISTANCE TO COTTON FABRICS

A brief description of methods for imparting fire-retardant properties to cotton textile materials is given: the layer-by-layer application method and sol-gel technology. The advantage of the sol-gel method for fire-resistant and multifunctional finishing of fabrics is shown.

Keywords: fire-resistant finish, layer-by-layer (LbL) method, sol-gel technology, fire-resistant cotton fabrics

Огнезащитная отделка является одним из наиболее важных видов заключительной отделки текстильных материалов. Эта процедура позволяет существенно повысить степень безопасности использования тканей в быту, в коммерческих, общественных и производственных целях. С целью осуществления огнезащитной отделки используется широкий ассортимент химических составов.

Значимыми подходами к разработке эффективных и малотоксичных для окружающей среды антипиренов, являются:

— золь-гель метод, появившийся в пятидесятых годах прошлого столетия для синтеза керамических материалов;

— метод послойного нанесения (LbL), который был использован в текстильном производстве значительно позднее.

Неоспоримое преимущество данных методов включает возможность придания текстильным материалам полифункциональных свойств, например, таких, как огнестойкости и гидрофобности, антибактериальной активности и

© Абакумов А. В., Федоринов А. С., Ерзунов К. А., Одинцова О. И., 2024

электропроводности, зависимости от химической структуры золь-гель прекурсоров или нанесенных послойных (LbL) архитектур [1, 2].

Целью настоящего исследование является краткая характеристика последних достижений в области применения метода послойного нанесения и золь-гель технологии, обсуждение их достоинств и недостатков.

Способ послойного (LbL) нанесения препаратов был открыт в 1960-х годах Айлером [3], который впервые доказал пригодность процесса для сборки наноархитектур с помощью молекулярно-контролируемого метода. Покрытие, нанесенное на ткани таким способом, не влияет на их объемное механическое поведение, обеспечивая при этом полезные характеристики, которые строго зависят от типа и количества нанесенных слоев [4–6]. Метод LbL позволяет комбинировать почти бесконечное количество компонентов молекулярного размера, несущих различные функции, что дает возможность проектировать индивидуальные сборки, которые, несмотря на очень ограниченную толщину, могут придавать особые свойства волокнистому субстрату, не влияя на его объемные характеристики [4–6]. Практически для осуществления сборки LbL на текстильных материалов применяют пропитку в ванне или аэрозольное распыление. Примером такой технологии пропитки является применение наночастиц отрицательно заряженного кремнезема и положительно заряженного оксида алюминия. При нанесении 20 слоев на хлопчатобумажную ткань, удалось достичь самозатухания обработанного текстильного материала [7].

Отделка ткани такими препаратами аэрозольным способом обеспечивает более высокие технические результаты [8,9]. Исследована возможность применения разноименнозаряженных частиц оксида алюминия, основанная на его амфотерной природе. Покрытия, собранные на хлопке, показали повышенную огнестойкость, а также высокую прочность на разрыв и пропускание УФ-излучения [10].

По методу LbL предлагают получать вспучивающиеся покрытия на основе следующих комбинаций для целлюлозных тканей:

- фосфатов натрия (выбранных в качестве источника кислоты) с поли(аллиламином) (используемым либо как источник углерода, либо как вспенивающий агент) [11].
- поли(диаллилдиметиламмонийхлорида)/поли(акриловой кислоты)/
- поли(диаллилдиметиламмонийхлорида)/полифосфата аммония в четырехслойной сборке;
- вспучивающиеся биомакромолекулы или биомакромолекулы в сочетании с

вспучивающимися слоями, например, хитозан с фитиновой кислотой в двухслойных архитектурах на хлопке.

Во всех случаях обработанные хлопчатобумажные ткани достигали самозатухания в испытаниях на вертикальное распространение пламени [12].

Не смотря на простоту метода послойного нанесения, его применение на сегодняшний день достаточно ограничено. Метод предполагает послойное нанесение нескольких слоев на материла, что осложняет его внедрение в массовом производстве. В этой связи аэрозольный способ имеет больший потенциал внедрения, хотя до сих пор было сделано лишь несколько попыток его масштабированияв условиях реального производственного цикла [13].

Еще одним ограничением для более широкого использования метода, несомненно, является. низкая устойчивость осажденных слоев к различным воздействиям, например, истиранию и стирке.

Действие огнезащитных составов на золь-гелевой основе можно представить, как двухстадийную реакцию гидролиза и конденсации с участием неорганических солей. Природа исходных компонентов, значения pH, температуры и времени реакции могут влиять на скорость гидролиза и конденсации и, таким образом, на природу разрабатываемых новых материалов, которые демонстрируют высокую однородность на молекулярном уровне и превосходные физические и химические свойства [14]. Благодаря своим свойствам технология использования золь-гелевых составов была широко изучена с целью создания функциональных покрытий как на натуральных, так и на синтетических тканях [15, 16]. При отделке ТМ коллоидные растворы в водной среде обычно используются для пропитки тканей при комнатной температуре с помощью набивки. Затем обработанные образцы отверждают при 130–160 °C для получения пористых, полностью неорганических или гибридных органо-неорганических покрытий со структурой, зависящей от природы исходных компонентов, соотношения воды и исходных компонентов, кислых или щелочных условий среды, температуры отверждения, времени реакции и присутствия растворителей [17]. В литературных источниках сообщается о нескольких свойствах, которыми обладают материалы, обработанные составами на золь-гелевой основе: водоотталкивающая способность, чувствительность к раздражителям, повышение окрашиваемости, противомикробные свойства и огнестойкость. Распространено использование следующих неорганических исходных компонентов (прекурсоров), таких как тетраэтоксисилан, тетраметоксисилан, тетрабутилортосиликат, тетраэтилортотитанат, цирконат и изопропилат алюминия [18–21].

Первый пример покрытия на основе неорганических золь-гелей для улучшения огнезащитных свойств хлопка был описан в 2007 году [22]. Авторы исследования использовали тетраэтоксисилан в качестве золь-геля в сочетании с фосфорной кислотой, последняя использовалась в качестве агента для обезвоживания образцов целлюлозы. После воздействия пламени в течение 15 секунд на ткань, которая было обработана антипиреном на основе золь-геля, содержащего фосфорную кислоту, выяснилось, что хлопчатобумажная ткань обладает негорючими свойствами. Более того, огнезащитные свойства не были полностью утрачены после 10 циклов стирки.

Таким образом, описанные технологии огнезащитной отделки являются перспективными для отделки хлопчатобумажных тканей. При этом, масштабное внедрение методов в условия реального производства требует дополнительных всесторонних исследований. Золь-гель технология является наиболее актуальной, поскольку может быть использована для придания текстильным материалам не только огнезащитных. но и гидрофобных, противомикробных и других свойств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Materials engineering for surface-confined flame retardancy / Malucelli G. [et all] // Mat. Sci. Eng. R. 2014. V. 84. P. 1–20.

2. Alongi J., Carosio F., Malucelli, G. Current emerging techniques to impart flame retardancy to fabrics: An overview // Polym. Deg. Stab. 2014. V. 106. P. 138–149.

3. Iler R.K. Multilayers of colloidal particles // J. Colloid Interf. Sci. 1996. V. 21. P. 569–594.

4. Richardson J.J., Björnmalm M., Caruso F. Technology-driven layer-by-layer assembly of nanofilms // Science. 2015. V 348. P. 2491.

5. Progress on the layer-by-layer assembly of multilayered polymer composites: Strategy, structural control and applications / Zhang X. [et all] // Prog. Polym. Sci. 2019. V. 89. P. 76–107.

6. Innovation in layer-by-layer assembly / Richardson J.J. [et all] // Chem. Rev. 2016. V. 116. P. 14828–14867.

7. Growth and fire resistance of colloidal silica-polyelectrolyte thin film assemblies / Laufer G. [et all] // Colloid Interf. Sci. 2011. V. 356. P. 35669–35677.

8. Alongi J. Layer by layer coatings assembled through dipping, vertical or horizontal spray for cotton flame retardancy / Alongi J. [et all] // Carbohydr. Polym. 2013. V. 92. P. 114–119.

9. Flame retardancy of polyester fabrics treated by spray-assisted layer-by-layer silica architectures / Carosio F. [et all] // Ind. Eng. Chem. Res. 2013. V. 52. P. 9544–9550.

10. U ˘gur S.S., Sarıı¸sık, M., Akta¸s A.H. Nano-Al_2O_3 multilayer film deposition on cotton fabrics by layer-by-layer deposition method // Mater. Res. Bull. 2011. V. 46. P. 1202–1206.

11. Intumescent all-polymer multilayer nanocoating capable of extinguishing flame on fabric / Li Y.C. [et all] // Adv. Mater. 2011. V. 23. P. 3926–3930.

12. Intumescent multilayer nanocoating, made with renewable polyelectrolytes, for flame-retardant cotton / Laufer G. [et all] // Biomacromolecules .2012. V. 13. P. 2843–2848.

13. Surface coating for flame-retardant behavior of cotton fabric using a continuous layer-by-layer process / Chang S. [et all] // Ind. Eng. Chem. Res. 2014. V. 53. P. 3805–3812.

14. Figueira R. B., Silva C. J. R., Pereira E. V. Organic–inorganic hybrid sol–gel coatings for metal corrosion protection: a review of recent progress //Journal of Coatings Technology and Research. 2015. V. 12. P. 1-35.

15. Mahltig B. Nanosols and textiles // World Scientific, 2008.

16. Sfameni S., Rando G., Plutino M. R. Sustainable Secondary-Raw Materials, Natural Substances and Eco-Friendly Nanomaterial-Based Approaches for Improved

Surface Performances: An Overview of What They Are and How They Work //International Journal of Molecular Sciences. 2023. V. 24. N 6. P. 5472.

17. Sol-Gel Science and Technology: Topics in Fundamental Research and Applications (4 Volume Set) / Sakka S. [et all] // Taylor & Francis US, 2002.

18. Hench L. L., West J. K. The sol-gel process // Chemical reviews. 1990. V. 90. N 1. P. 33-72.

19. Pierre A. C. Introduction to sol-gel processing // Springer Nature, 2020.

20. Materials engineering for surface-confined flame retardancy / Malucelli G. [et all] // Materials Science and Engineering: R: Reports. 2014. V. 84. P. 1-20.

21. Alongi J., Ciobanu M., Malucelli G. Thermal stability, flame retardancy and mechanical properties of cotton fabrics treated with inorganic coatings synthesized through sol–gel processes // Carbohydrate Polymers. 2012. V. 87. N 3. P. 2093-2099.

22. Development of flame retardancy properties of new halogen-free phosphorous doped SiO2 thin films on fabrics / Cireli A. [et all] // Journal of Applied Polymer Science. 2007. V. 105. N 6. P. 3748-3756.

УДК 614.841.332

А. А. Абашкин, А. В. Пехотиков, И. Р. Хасанов
Федеральное государственное бюджетное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России

ОГНЕСТОЙКОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДВУХПУТНЫХ ТОННЕЛЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНОВ

Проведен оценка огнестойкости несущих конструкций (тюбингов) двухпутного тоннеля Московского метрополитена. Для оценки пределов огнестойкости тюбингов применялся расчетно-аналитический метод, который реализован в виде компьютерной программы. Установлено, что проектные строительные конструкции перегонов двухпутного тоннеля обеспечивают требуемый предел огнестойкости R 90.

Ключевые слова: предел огнестойкости, двухпутный тоннель метрополитена, теплотехнические расчеты, стандартный температурный режим пожара.

A. A. Abashkin, A. V. Pekhotikov, I. R. Khasanov

FIRE RESISTANCE OF BUILDING STRUCTURES OF DOUBLE-TRACK SUBWAY TUNNELS

The fire resistance of load-bearing structures (tubing) of the double-track tunnel of the Moscow Metro has been assessed. To assess the fire resistance limits of the tubes, a computational and analytical method was used, which is implemented in the form of a

© Абашкин А. А., Пехотиков А. В., Хасанов И. Р., 2024

computer program. It has been established that the design building structures of the double-track tunnel crossings provide the required fire resistance limit R 90.

Keywords: fire resistance limit, double-track subway tunnel, thermal engineering calculations, standard fire temperature regime.

В настоящее время при строительстве новых линий метрополитенов в Москве, Санкт-Петербурге и Новосибирске используются новые строительные технологии с проектированием и строительством двухпутных тоннелей, в которых в одном объеме происходит движение встречных поездов. Пожары в таких тоннелях, характеризуются быстрым распространением опасных факторов пожара (ОФП), а также возможным обрушением конструкций и технологического оборудования [1]. В этой связи оценка пределов огнестойкости строительных конструкций в современных двухпутных тоннелях метрополитенов является важной и актуальной задачей.

Для оценки огнестойкости несущих конструкций сборной железобетонной обделки (тюбингов) двухпутного тоннеля Московского метрополитена применялся расчетно-аналитический метод, который реализован в виде компьютерной программы [2, 3]. В основе расчетного метода положено решение краевой задачи теплопроводности методом элементарных балансов (конечно-разностный метод решения уравнения теплопроводности Фурье при внешней и внутренней нелинейности и наличии отрицательных источников тепла: испарение воды в бетоне и теплоотдача в грунт с необогреваемой поверхности). Сущность расчета заключается в определении времени, по истечении которого в условиях воздействия высоких температур при пожаре несущие и ограждающие конструкции теряют несущую способность.

Статический расчет конструкции заключался в сравнительной оценке несущей способности тюбинга обделки тоннеля по критической температуре при воздействии стандартного температурного режима [4] по отношению к действующей нагрузке. Теплотехническая часть расчета имеет целью определение температур по сечению конструкции, подвергающейся воздействию стандартного режима пожара.

В соответствии с требованиями свода правил [5] пределы огнестойкости основных несущих строительных конструкций (тюбингов) тоннелей метрополитенов должны быть не менее R 90.

Для оценки пределов огнестойкости тюбингов использовались проектные решения конструкций двухпутных тоннелей в Московском метрополитене: схемы расположения тюбингов в конструкции обделки, опалубочные чертежи и схемы армирования, узлы соединения и др. При расчете прогрева конструкции тюбинга учитывались теплотехнические свойства бетона и внешних примыкающих слоев грунта.

Конструкция двухпутного тоннеля имеет в сечении кольцеобразную форму диаметром 10,3 м. Несущие конструкции тоннеля выполнены в виде обделки из сборных высокоточных железобетонных блоков (тюбингов) толщиной 450 мм.

Рассматриваемая конструкция тюбинга обделки тоннеля имеет следующие исходные параметры: вид нагружения — статически неопределимый сжато-изогнутый элемент; нагрузка — равномерно распределенная; вид опирания конструкции — крепление по торцам; толщина конструкции — 450 мм; применяемая марка бетона — В 45.

В результате расчета на огнестойкость конструкции тюбинга обделки тоннеля установлено, что при заданных параметрах и нагрузке на блок обделки тоннеля его фактический предел огнестойкости составляет не менее 2 ч. Расчетные температурные кривые прогрева рабочей арматуры конструкции тюбинга показаны на рис. 1.

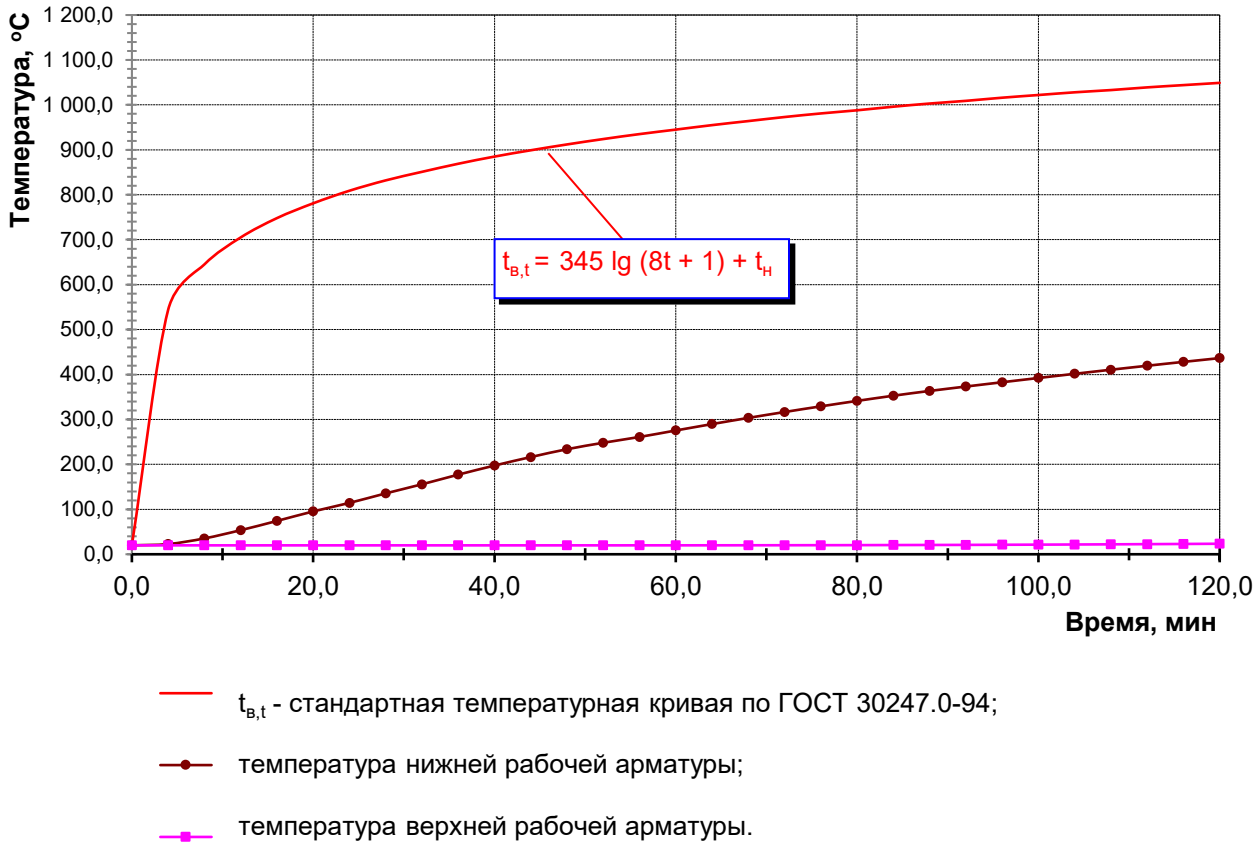


Рис. 1. Расчетные температурные кривые прогрева конструкции при воздействии стандартного температурного режима

В связи с тем, что достигнутая температура нижней рабочей арматуры блока через 120 минут пожара приближается к критическому значению 500 ºС, а также учитывая возможное многообразие на практике нагрузок и видов железобетонных блоков, рекомендуется принять требуемый предел

огнестойкости рассматриваемой конструкции R 90 при минимально допустимой величине защитного слоя бетона до оси арматуры 40 мм.

По результатам проведенных расчетно-аналитических исследований установлено, что пожарная безопасность строительных конструкций перегонов двухпутного тоннеля обеспечена с требуемым предела огнестойкости конструкций R 90.

В результате теоретических исследований огнестойкости строительных конструкций двухпутных тоннелей установлено, что пределы огнестойкости строительных конструкций по несущей способности (R) обеспечены мероприятиями по оптимизации конструктивной системы: увеличением сечения сжатых и сжато-изогнутых конструкций блоков тоннеля (тюбингов); увеличением арматурного каркаса (сечения арматуры); увеличением защитного слоя бетона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абашкин А.А. Пожарная опасность двухпутных тоннелей метрополитенов // Актуальные вопросы пожарной безопасности. 2024. № 1 (19). С. 10–15.

2. Голованов В. И., Павлов В. В., Пехотиков А. В. Экспериментальные и аналитические исследования огнестойкости сплошной бетонной плиты со стальной и композитной арматурой // Пожарная безопасность. 2013. № 2. С. 44-51.

3. Голованов В. И., Павлов В. В., Пехотиков А. В. Огнестойкость большепролетных железобетонных конструкций // Актуальные проблемы пожарной безопасности: материалы XXXII Международной научно-практической конференции. М.: ВНИИПО, 2020. С. 421-425.

4. ГОСТ 30247.0-94 Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. - 11 с.

5. СП 120.13330.2012 Метрополитены. Актуализированная редакция СНиП 32-02-2003. М.: Минрегион России, 2012. – 260 с.

УДК 614.842

Е. А. Аверина, В. Б. Бубнов
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ АРКТИКИ

В статье рассмотрены особенности проектирования систем противопожарного водоснабжения, обусловленные природно-климатическими и экономическими факторами в условиях Крайнего Севера.

© Аверина Е. А., Бубнов В. Б., 2024

Ключевые слова: пожаротушение, промерзание, теплопроводность, электрообогрев, тепловые потери.

E. A. Averina, V. B. Bubnov

FEATURES OF DESIGNING FIRE-FIGHTING WATER SUPPLY SYSTEMS FOR NATURAL AND CLIMATIC CONDITIONS OF THE ARCTIC

The article examines the design features of fire-fighting water supply systems, due to natural, climatic and economic factors in the conditions of the Far North.

Key words: fire fighting, freezing, thermal conductivity, electric heating, heat loss.

Проектирование, строительство и использование систем водоснабжения в районах Крайнего Севера имеют значительные отличия от аналогичных инженерных систем в других климатических зонах. Территория округа, охваченная вечной мерзлотой, относится к зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород. При аварийной остановке подачи жидкости возможно промерзание тепловой изоляции трубопровода, а затем – замерзание находящейся в нем неподвижной воды. При проектировании систем водоснабжения на Севере необходимо учитывать не только суровые природно-климатические условия, но и такие факторы, как высокая стоимость и дефицит электроэнергии, нехватка квалифицированных кадров, нестабильные транспортные связи, особенности производства, застройка населенных пунктов, мощность предприятий, условия водоотведения [1].

В условиях Крайнего Севера сооружению противопожарных устройств следует уделять большое внимание. Системы противопожарного водоснабжения могут быть выполнены при наличии естественных источников водоснабжения или водопровода и при их отсутствии.

В первом случае системы водоснабжения должны обеспечивать круглогодичный установленный нормами расход. Во втором случае для обеспечения пожаротушения предусматривается создание противопожарного запаса воды в специальных водоемах. При использовании в качестве источника водоснабжения подземных вод (надмерзлотных, межмерзлотных, подмерзлотных) следует использовать источники с более высокой температурой воды. При определении диаметра водозаборных скважин необходимо учитывать размеры устройств для их обогрева.

Устраивают также и металлические заглубленные в землю резервуары емкостью 20–60 м^3 для хранения незамерзающих растворов. Незамерзаемость воды в резервуарах обеспечивается благодаря подогреву, а термоизоляция резервуаров производится матами из минеральной ваты.

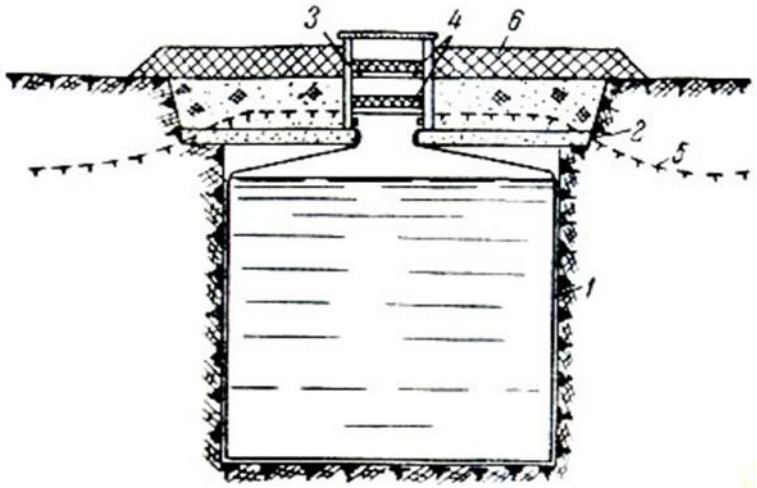


Рисунок. Резервуар из гибкой пленки (в вечномерзлом грунте): 1 — емкость-оболочка из пленочного материала; 2 — перекрытие из железобетонных панелей или бревен; 3 — люк-лаз; 4 — утепление крышки; 5 — граница сезонного протаивания; 6 — слой теплоизоляции

При пожаре забор воды и подача ее к месту использования производится электронасосом при наличии сети или мотопомпой по временно прокладываемым гибким шлангам. В подземных трубопроводах предусматривается непрерывная циркуляция воды с возвратом ее в пожарный водоем. В резервуарах устанавливаются две группы насосов - для циркуляции воды в сети и для подачи пожарного расхода. Подогрев воды может производиться в резервуаре или добавлением в сеть горячей воды.

Чтобы предотвратить замерзание водопроводных труб, следует:

обеспечивать постоянное движение воды в трубопроводах;

ограничивать время остановки водопровода для ликвидации повреждений или аварии;

снизить до минимума тепловые потери систем водоснабжения;

обеспечивать контроль за гидравлическими и тепловыми режимами водопровода;

использовать конструкции, устойчивые к низким температурам;

обеспечить систему водоснабжения системой автоматической защиты от замерзания.

Чтобы избежать остановки движения воды в водоводах, следует предусмотреть:

непрерывное электроснабжение насосной станции;

установку на площадке насосной станции резервной электростанции на жидком топливе;

установку в насосной станции не менее трех насосных агрегатов независимо от категории водопровода;

организовать непрерывный контроль за расходом воды в водоводах.

Уменьшение тепловых потерь трубопроводов при надземной прокладке следует обеспечивать за счет покрытия трубопроводов кольцевой теплоизоляцией, прокладки трубопроводов у поверхности земли в слое снега, принятия оптимальной величины скорости движения воды в трубопроводе,

исключения или сведения до минимума участков без тепловой изоляции, где теплопотери могут быть значительными.

В зависимости от местных условий необходимо предусмотреть подогрев водопроводной воды. Для этого можно использовать совместную прокладку труб в общей теплоизоляции с трубопроводами тепловых сетей или применять греющий электрокабель, который укладывается непосредственно на поверхность труб. Для трубопроводов небольшой протяженности используются резистивные или саморегулирующиеся нагревательные кабели, а при необходимости обогрева трубопроводов протяженностью более 3000 м применяется система электрообогрева на основе индукционно-резистивной системы нагрева, или СКИН-система [2]. Важно подчеркнуть, что на сегодняшний день данная система представляет собой единственный метод промышленного электрообогрева трубопроводов длиной до 30 километров, который не нуждается в дополнительной сети.

Доминирующее влияние на величину тепловых потерь оказывает термическое сопротивление тепловой изоляции, то есть ее толщина и теплопроводность. Чем больше толщина теплоизоляции и меньше ее теплопроводность, тем меньше тепловые потери и меньше требуемая мощность системы электрообогрева.

При значительном увеличении толщины теплоизоляции расходы на нее могут оказаться значительно выше затрат на электроэнергию. Выбор нагревательного кабеля является сложной и ответственной задачей. С одной стороны, нагревательный кабель обязан компенсировать тепловые потери трубопровода. С другой стороны, он должен быть защищен от перегрева и воздействия температур, превышающих максимально допустимые значения для его использования. Поэтому в некоторых случаях вместо применения более температуростойкого нагревательного кабеля целесообразно использовать двухслойную изоляцию с размещением кабеля не на трубопроводе, а по первому слою тепловой изоляции.

Таким образом, создание и внедрение современных адаптированных образцов противопожарного водоснабжения, которые учитывают критерии и показатели надежности технических систем и их компонентов в Арктической зоне Российской Федерации, позволит своевременно предотвращать чрезвычайные ситуации разного масштаба. Это создаст условия для безопасного освоения Арктики и обеспечит реализацию экономических проектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=5386
2. Бубнов В.Б. Использование электрообогрева для надежной эксплуатации противопожарных водопроводов в природно-климатических условиях Арктики (Опубл. на сайте https://portal.edufire37.ru/) (дата обращения 30.09.2024)

УДК 691.115

Н. М. Бакланов, Е. В. Зарубина, А. Л. Никифоров, Т. В. Шмелева*
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России
*ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина

К ВОПРОСУ О СОЗДАНИИ НОВОГО СТРОИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА ИЗ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ И ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Выравнивание воздушного потока для равномерности распределения волокнисто-содержащей массы при изготовлении теплоизоляционного пожаробезопасного строительного материала из отходов деревообрабатывающей, сельскохозяйственной промышленности.

Ключевые слова: строительный материал, экологичность, теплоизоляционный материал, пожаробезопасный материал.

N. M. Baklanov, E.V. Zarubina, A. L. Nikiforov, T. V. Shmeleva

ON THE ISSUE OF CREATING A NEW BUILDING MATERIL FROM WASTE FROM THE AGRICULTURAI AND WOODWORKING INDUSTRIES

Equalization of the air flow for uniform distribution of the fiber-containing mass in the manufacture of heat-insulating fireproof building material from waste from the woodworking and agricultural industries.

Keywords: building material, environmental friendliness, thermal insulation material, fireproof material.

Для получения сформированного настила нового строительного материала, использовалась разработанная в СКИБе (студенческом конструкторском исследовательском бюро) ИГТА (Ивановской государственной текстильной академии) перфорированная поверхность конденсора, схема которой показана на рисунке 1 [1-4].

Так как целлюлозосодержащие отходы неоднородны и имеют разного рода длины волокон и структуру, необходимо создать волокнисто-содержащую массу на поверхности конденсора достаточно ровной уплотнённой структуры.

Для равномерного распределения волокнистого материала по поверхности, были определены требуемые параметры перфорации поверхности конденсора.

© Бакланов Н. М., Зарубина Е. В., Никифоров А. Л., Шмелева Т. В., 2024

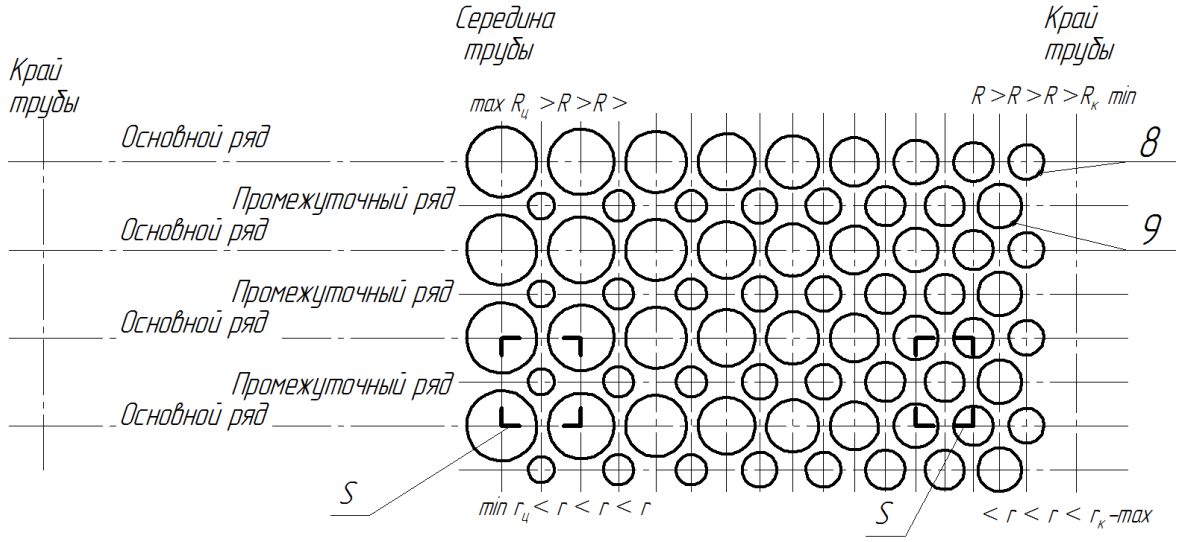


Рис. 1. Экспериментальная конструкция поверхности конденсора

Для определения скорости движения воздуха на поверхности конденсора нами были применены приборы для измерения малых давлений, это «Микроманометр ММН» и «Анемометр крыльчатый». Измерение скорости движения воздуха по величине скоростного давления является основным методом в вентиляционной технике.

Связь скоростного давления со скоростью выражается следующей зависимостью:

$$P_{ск} = \frac{\rho \cdot \upsilon}{2}, \text{ [Па]} \qquad (1)$$

где ν – скорость движения воздуха, м/с

ρ – плотность перемещаемого воздуха, кг/м^2.

Из [1] следует, что

$$\upsilon = \sqrt{\frac{2P_{ск}}{\rho}}, \text{[м/с]}, \qquad (2)$$

если учесть, что плотность перемещаемого воздуха приблизительно равна плотности стандартного воздуха ρ_c, т.е. $\rho=\rho_c=1{,}2$ кг/ м^2, и подставив данное значение в формулу [2], получим:

$$\upsilon = 1{,}28\sqrt{P_{ск}}, \quad \text{[м/с]} \qquad (3)$$

Устройство конденсоров с перфорацией одинакового диаметра таково, что скорость воздуха по всей длине неодинакова (по краям больше, чем в середине). Это приводит к неровноте подсоса по ширине слоя, образующегося на конденсоре. Как следствие, холст, сходящий с конденсора, имеет неровноту по ширине.

Для равномерного распределения скорости воздушного потока по ширине конденсора разработана перфорированная поверхность с определенным подбором диаметра перфорации.

Для проверки целесообразности и эффективности использования такой поверхности, а так же определение оптимальной модели конденсора, нами были проведены экспериментальные исследования. В ходе данных экспериментов определены аэродинамические показатели в зоне перфорации конденсора по всей её длине. И выбран подходящей вариант для формирования волокнистого слоя, который обеспечивает наилучшее выравнивание скоростного потока на поверхности конденсора.

По полученным результатам зависимости распределения скорости воздуха по длине конденсора определены оптимальные диаметры перфорации.

Воздух, входящий в конденсор, испытывает сопротивления (местные, сопротивления на трение), тем самым определенным образом влияет на скоростной напор. Определение оптимальных параметров конденсорной поверхности велось с использованием уравнения Бернулли, числа Рельнольдса, формуле Никурадзе и формулы по определению местных сопротивлений.

При требовании равномерного распределения расхода воздуха по длине конденсора скорость в трубе должна быть линейной функцией координаты:

$$\nu(x)=lx \tag{4}$$

$$l = \frac{\nu_{out}}{x_{\max}} = \frac{Q_{\max}}{\omega x_{\max}} \tag{5}$$

где Q_{max} — расход из симметричной половины конденсора.

В результате приобразований мы определили выражение, определяющее оптимальные размеры конфигурации составляющих конденсорной поверхности, при котором достигается равномерное распределение воздушного потока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полякова Е.В. Разработка и исследование модуля предварительного рыхления машины для регенерации отходов: Дис. канд.техн.наук. - Иваново. 2003.- 209 с.

2. Пат. на полезную модель 39602 РФ, МПК[7] D 01 G 25/00, 15/46. Устройство для формирования волокнистого настила [Текст] / Зарубин В.М., Глинкин П.М.,

Шмелев С.А., Ульев Д.А., Шмелева Т.В., Полякова Е.В., Кочетков И.В.- № 2004110509/22; заявл. 07.04.2004; опубл. 10.08.2004, Бюл. №22.

3. Полякова, Е.В. Экспериментальное исследование аэродинамических режимов работы конденсора со вставками различных конструкций [Текст] / Е.В. Полякова, Т.В. Шмелева, В.М. Зарубин, С.А. Шмелев, Д.А. Ульев // Известия Ивановского отделения Петровской академии наук и искусств. Секция технических наук: сб. науч. статей / Ивановская государственная текстильная академия.- Иваново, 2005.- С. 41-68.

4. Томин Н.Г., Зарубин В.М., Полякова Е.В. О выравнивающей способности транспортирующе формирующего устройства бункерного питателя // Изв. Вузов. Технология текстильной промышленности.- 1999.-№2-С.42-45.

УДК 621.892.8

А. М. Баусов, В. А. Комельков, Д. В. Сорокин, А. С. Митрофанов, Е. В.Зарубина
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАБОТЕ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

В статье описывается важность уплотнений в пожарной технике и их влияние на надёжность работы машин. Указывается необходимость использования разных видов уплотнений для различных узлов и условий работы, описывается опыт эксплуатации пожарной техники и проблемы, связанные с износом уплотнений. Предлагается создание новых смазок и конструкций, а также использование комбинированных магнитожидкостных уплотнений для повышения долговечности подшипников качения, что позволит увеличить срок службы машин и агрегатов и положительно повлиять на периодичность проведения ремонтных работ.

Ключевые слова: пожарная техника, ремонт и техническое обслуживание, магнитожидкостное уплотнение, подшипник качения.

A. M. Bausov, V. A. Komelkov, D. V. Sorokin, A. S. Mitrofanov, E. V. Zarubina

MAIN REQUIREMENTS FOR THE OPERATION OF SEALING DEVICES IN FIRE-TECHNICAL PRODUCTS

The article describes the importance of seals in firefighting equipment and their impact on the reliability of machine operation. It emphasizes the need to use different types of seals for various components and operating conditions, and provides insights into firefighting equipment operation and the problems associated with seal wear. The proposal includes the development of new lubricants and designs, as well as the use of combined magneto-fluid seals to improve the durability of rolling bearings. This will increase the

© Баусов А. М., Комельков В. А., Сорокин Д. В., Митрофанов А. С., Зарубина Е. В., 2024

service life of machines and assemblies and positively affect the frequency of maintenance work.

Keywords: Fire equipment, repair and maintenance, magneto-fluid seal, rolling bearing.

Интенсификация производства пожарно-технической продукции в настоящее время является одной из главных задач МЧС России и зависит от технического уровня применяемых машин и эффективности их использования. Выполнение указанной задачи обеспечивается системой технического обслуживания и ремонта, направленной на поддержание работоспособности машин.

С повышением скоростей машинно-тракторных агрегатов предъявляются высокие эксплуатационные требования к узлам трения и герметизации. Как показывает статистика, 85%–90% случаев аварийных разрушений подшипниковых узлов вызвано неудовлетворительной работой уплотнений. Даже незначительное нарушение герметичности подшипниковых узлов в условиях эксплуатации машин снижает надежность их работы, повышает расход смазочных материалов и потребность в запасных частях. Герметизирующие устройства (уплотнения) применяют в подвижных и неподвижных соединениях, узлах пожарной техники для разделения сред с различными физическими свойствами или параметрами.

Условия, где эксплуатируются уплотнения, очень разнообразны. В связи с этим именно уплотнения определяют качественные показатели пожарной техники, а также допустимые районы их применения. Неправильная эксплуатация, неверный выбор уплотнений или низкое их качество, могут привести к преждевременному выходу из строя подшипниковых узлов пожарно-технической продукции, снижению их надежности, большим экономическим потерям.

Уплотнения, как правило, просты по конструкции и имеют малые габариты, но при этом выполняют ответственные функции. Поэтому, с помощью простых конструкции уплотнительных устройств невозможно достаточно эффективно решать задачу герметизации. Для особо ответственных объектов (например уплотнение носка коленчатого вала двигателя, вентиляторов воздушного охлаждения, водяных насосов двигателей и т.д.) необходимо применять сложные комбинированные комплексы, которые кроме уплотнений основного назначения включают различные системы (обеспечивающие, аварийные, дублирующие) [1].

В связи с этим специфичность работ узлов мобильных комплексов предопределяет различные требования к применяемым в них уплотнениям. Удовлетворение этих требований достигается как с помощью специальных уплотнений, максимально отвечающих специфическим условиям работы данного узла, так и с помощью комбинированных, способных обеспечить работу большинства узлов пожарной техники. Эти две тенденции в разработке

и применении уплотнений для техники существовали на всех этапах ее развития. С совершенствованием конструкций пожарной техники и ужесточением требований к уплотнениям, а также с разработкой теории уплотнений и развитием уплотнительных устройств все три вида уплотнений – контактные, бесконтактные, комбинированные.

Опыт эксплуатации пожарной техники показал, что в подшипниковые узлы проникает значительное количество пыли, металлических и инородных частиц, вызывающих преждевременный износ и последующее разрушение деталей вентиляторов воздушного охлаждения, водяных насосов, валов отбора мощности, коленчатых валов, ходовой части гусеничных тракторов и ряда других узлов.

В связи с этим уплотнения должны:

- обеспечить полную герметичность;
- хорошо удерживаться в подшипниковом узле;
- обеспечить минимальное трение и износ;
- обладать необходимой механической стабильностью;
- быть устойчивыми в эксплуатации к воздействию повышенных положительных и отрицательных температур, нагрузок, кислорода, воздуха, влаги, пыли и агрессивных компонентов;
- работать при высоких скоростях вращаемого вала;
- иметь простую конструкцию и не предъявлять повышенных требований к чистоте обработки.

В подшипниковых узлах пожарной техники устанавливаются манжетные уплотнения, которые выходят из строя уже при 40% наработки от общего их ресурса.

Манжетные, сальниковые, торцовые, лабиринтные и другие уплотнения не должны конкурировать между собой, а дополнять друг друга.

Исследования показали, что ресурс пожарной техники оказывается значительно меньше, чем он заложен при проектировании. Так, ресурс колесных тракторов должен составлять 10 тыс. моточасов, гусеничных — 8 тыс. моточасов. Средняя наработка до первого капремонта 3400…5510 моточасов. В тоже время с недоиспользованным ресурсом поступает в ремонт до 60 % коробок передач и более 40 % ведущих мостов. Опыт эксплуатации техники показал, что в трансмиссию проникает значительное количество пыли, вызывающей преждевременный износ и последующее разрушение деталей коробок передач, заднего моста и конечной передачи [2].

Исследования проб масла, взятых из трансмиссии машин, работающих в различных районах страны, показал, что в ряде случаев содержание механических примесей в масле доходит до 3 %, а износ деталей передач, работающих в масле, загрязнённом пылью (0,8…2,4 %), в 1,5…5,5 раза выше, чем износ этих деталей, работающих на чистом масле [3].

В доремонтном и межремонтном периодах эксплуатации автомобильных двигателей приходится 2–3 раза восстанавливать работоспособность торцовых

уплотнений водяных насосов, что составит несколько десятков миллионов рублей в год на ремонт всего парка автомобильных двигателей, занятых в МЧС России. Надежность водяных насосов определяется ресурсом торцовых уплотнений, который зависит от износостойкости материалов пар трения «опорный торец – уплотнительная шайба». Поступающие на капитальный ремонт корпуса подшипников имеют линейный износ опорных торцов в пределах 0,18…2,95 мм, а уплотнительные шайбы 0,19…3,16 мм. При этом изношенные опорные торцы имеют вид завалов как у внешней, так и у внутренней кромки или одновременно в той и другой зонах, а также покрыты концентрическими рисками и канавками глубиной 2,5…3 мм (рис. 1).

а) б)

Рис. 1. Абразивное изнашивание подшипника:
а) обоймы; б) ролики

Статистический анализ показывает, что 90 % случаев аварийных разрушений подшипниковых узлов вызвано неудовлетворительной работой уплотнений. Даже незначительное нарушение герметичности подшипниковых узлов в условиях эксплуатации машин снижает надежность их работы, повышает расход смазочных материалов и потребность в запасных частях, а также необходимость выполнения внеплановых ремонтных работ.

Уплотнения неподвижных соединений менее подвержены изнашиванию. Из всего многообразия уплотнительных устройств пожарной техники, контактные уплотнения имеют наиболее высокую степень герметизации, но при ограниченной долговечности и значительных потерях энергии на преодоление сил трения при движении. Важным условием при этом является точный подбор контактного давления, т.к. желательно уменьшить выделение теплоты и механические релаксационные колебания при трении скольжения. Например, в конечной передаче гусеничных тракторов контактное манжетное уплотнение установлено на валу ведущей шестерни, в котором контактное

давление постепенно уменьшается вследствие изнашивания и изменения свойств материала и браслетной пружины. При повышении температуры прочностные свойства резины меняются, а под действием трансмиссионного масла происходит разбухание манжеты и уменьшение модуля упругости. Появляются утечки и масло попадает в сухой отсек, нарушая нормальную работу тормозов. Тормоза начинают пробуксовывать, что приводит к чрезмерному нагреву деталей, выход из строя накладок, тормозной ленты, резиновых деталей уплотнения, заднего моста.

По статистике от 23 % до 28 % от общего числа отказов машин происходит по причине недостаточной герметизации агрегатов, что влечет за собой утечку смазки. При этом повышение температуры смазки на каждые 100 °С снижает ресурс манжетных уплотнений примерно вдвое.

В связи с этим необходимо создание новых смазок и конструкций, которые не требовали бы частого проведения смазочных операций узлов трения в течение всего срока их эксплуатации. Наиболее целесообразно заправлять при изготовлении или ремонте на весь срок службы машины [4].

В связи с этим представляют интерес магнитные жидкости (МЖ), обладающие смазочными свойствами и работающие как уплотнитель (рис. 2).

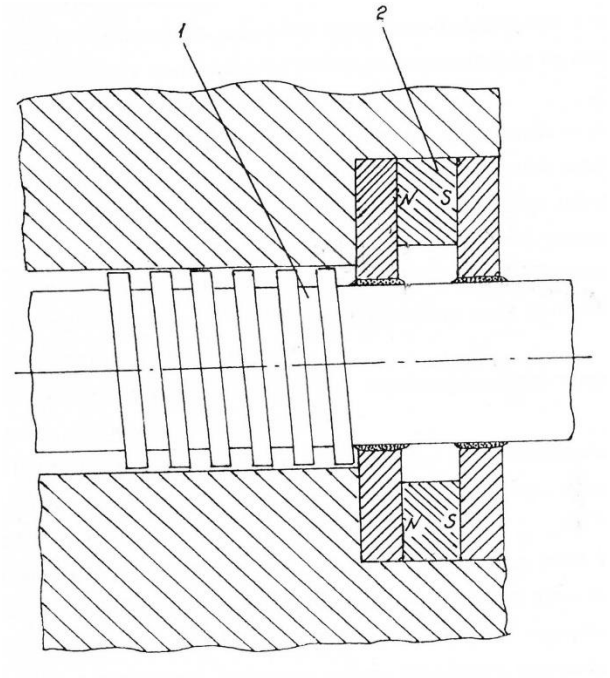


Рис. 2. Магнитожидкостное уплотнение, комбинированное с винтовым уплотнением:
1 — винтовое уплотнение;
2 — магнитожидкостное уплотнение

Но магнитожидкостные уплотнения (МЖУ) не выдерживают больших перепадов давления: для одной ступени пленки МЖ этот показатель не превышает 0,1 МПа. Поэтому они могут применяться лишь в комбинации с традиционными уплотнениями (сальники, манжеты и др.). При этом МЖУ имеют двоякую задачу: обеспечивают надлежащую герметичность в момент пуска, когда вследствие отсутствия пластичности традиционные уплотнения

плохо прилегают к сопрягаемым поверхностям, и устойчивость масляной пленки при запаздывании подачи масла к узлам трения.

Эксплуатация подшипниковых узлов с комбинированными уплотнениями, в состав которых входят манжета и магнитожидкостное уплотнение, показала увеличение долговечности используемых подшипников качения. Поэтому данная комбинация отвечает требованиям к уплотнениям, которые указаны выше.

Рассматривая требования, предъявляемые к уплотнениям, необходимо иметь в виду, что большую часть этих требований диктуют климатические условия, в которых должна работать пожарная техника. Уплотнения должны обладать такими свойствами, которые обеспечивают работоспособность техники как при отрицательных, так и при повышенных температурах. Применение комбинированных магнитожидкостных уплотнений в узлах пожарной техники является новым направлением, сокращающим время на техническое обслуживание за счет повышения ресурса машин.

В условиях рыночных отношений особое значение приобретает качество новых пожарных машин, как одно из условий повышения эффективности пожарно-технической продукции. Для повышения технического уровня, надежности и долговечности пожарной техники необходимо внедрять в практику ремонтных и машиностроительных предприятий прогрессивные технологии, применять дешевые и износостойкие материалы, уменьшать простои оборудования и затраты на ремонт, увеличивать наработки на отказ.

Создание устройств герметизации подвижных соединений применением МЖУ посвящены работы, в которых показана принципиальная важность возможности применения, новых конструкций уплотнительных устройств и намечены пути повышения их надежности.

В дальнейшем комбинированные уплотнения с МЖУ представляется целесообразным использовать не только как уплотнитель, но и как смазочный материал для повышения долговечности подшипниковых узлов пожарной техники. Это позволит уменьшить стоимость и увеличить наработку на отказ уплотнения подшипникового узла [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голубев А.И. и Кондаков Л.А. Уплотнения и уплотнительная техника. Москва. Машиностроение, 1966г. – 463 с.

2. Мачнев В.А. Вибрационное диагностирование и прогнозирование состояния механических передач тракторов. Автореф. дисс., докт. техн. наук. Москва, 1997. – 40 с.

3. Баландин Т.А. и др. Испытание трансмиссий тракторов в пылевой камере, «Тракторы и сельхозмашины»,1965, № 11.

4. Баусов А.М., Шец С.П., Целесообразность применения магнитожидкостных уплотнений в подшипниковых узлах тракторов. //Актуальные проблемы науки в

сельскохозяйственном производстве: Сб. тезисов докладов ИСХИ – Иваново., 1996г. – с. 284.

5. Баусов А.М., Шец С.П. «Сцепляющие свойства жидкости носителя – фактор повышения долговечности подшипников качения//Надежность и ремонт машин: Сб.науч.трудов МГАУ. – М.: 1994г. – С.- 30–33.

УДК 614.841.34

Г. В. Боков, Г. И. Смелков, О. И. Грузинова, И. А. Сорокина
Федеральное государственное бюджетное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России

ОТДЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОГРАНИЧЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ ЗАЖИГАНИЯ В ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИИ

Предложено комплексное применение устройств защитного отключения при аварийных режимах с учетом схемно-конструктивных и функциональных особенностей элементов электрооборудования, позволяющее провести пожарную профилактику в электрической части проекта на стадии ее разработки.

Ключевые слова: пожарная опасность, элемент электрооборудования, аварийный режим, признак опасности, профилактика, устройство защитного отключения.

G. V. Bokov, G. I. Smelkov, O. I. Gruzinova, I. A. Sorokina

SOME ISSUES OF LIMITING IGNITION SOURCES IN ELECTRICAL EQUIPMENT

A comprehensive application of protective shutdown devices in emergency conditions is proposed, taking into account the schematic design and functional features of electrical equipment elements, which allows for fire prevention in the electrical part of the project at the stage of its development.

Keywords: fire hazard, electrical equipment element, emergency mode, danger sign, prevention, protective shutdown device.

При наличии горючего материала и кислорода воздуха горение в электрооборудовании возникает при появлении источника зажигания из-за отказов в электрических изделиях, входящих в его состав и определяющих конкретную электрическую схему. Отказ в электрооборудовании может, кроме выхода его из строя, привести к аварийному пожароопасному режиму. Так как исключить присутствие кислорода воздуха в местах эксплуатации электрооборудования затруднительно, а исключить горючую изоляцию в

© Боков Г. В., Смелков Г. И., Грузинова О. И., Сорокина И. А., 2024

комплектующих изделиях не всегда возможно, то наиболее характерным условием загорания будет появление источника зажигания электрического характера.

Ежегодное увеличение количества пожаров от электроизделий [1] требует совершенствования методов, технологий производства и схемно-конструктивных решений, направленных на исключение источников зажигания в электрооборудовании. Необходимость глубоких исследований в области пожарной безопасности электротехники отмечают и зарубежные исследователи [2].

Проведенные в ФГБУ ВНИИПО МЧС России исследования, с учетом появления принципиально новых электроизделий и устройств защиты от электрических аварийных режимов позволили определиться с наиболее эффективными мерами по обеспечению пожарной безопасности электрооборудования, объединенного общей электрической схемой. Для элементов электрооборудования были выделены характерные признаки возникновения источников зажигания и особенности их пожароопасных проявлений.

По характерным особенностям проявления источника зажигания в конкретном электрооборудовании и его схемно-конструктивном исполнении следует выбирать соответствующие устройства защитного отключения (УЗО) позволяющие исключить пожароопасные аварийные режимы. Необходимость использования конкретного УЗО определяется особенностями электроизделий, входящих в состав электрооборудования. При этом должен использоваться комплексный подход, в соответствии с которым для электроустановки устанавливаются конкретные виды УЗО и их количество. Например, кроме широко известных аппаратов, для защиты от воздействия электрической дуги должны кроме автоматических выключателей применяться устройства защиты от дугового пробоя (УЗДП). В индуктивных элементах, с целью исключения пожароопасных проявлений, эффективно использование тепловых предохранителей, встраиваемых в обмотки. Это целесообразно, если ограничение пожароопасного диапазона тока аварийного режима в индуктивном элементе не возможно собственным сопротивлением обмоток.

Повышенного внимания требуют контактные соединители, в которых пожароопасные проявления обусловлены возрастанием переходного сопротивления. Эффективной электрической защиты для исключения пожароопасных проявлений в таких случаях пока не создано. В связи с этим, в конструкции необходимо применение изоляционных материалов повышенной стойкости к нагреву и токам утечки. Кроме того, необходимо обеспечить надежность контактирующих пар путем ограничения их коррозии в процессе эксплуатации электроизделия.

Характерные признаки появления источника зажигания зависят от функционального назначения и конструктивного исполнения электроизделия. Для отдельных элементов электрооборудования такие признаки и необходимые для них УЗО представлены в таблице.

Таблица. **Признаки появления источника зажигания отдельных элементов электрооборудования и необходимые для них УЗО**

Элемент электрооборудования	Признаки появления источника зажигания	Необходимые УЗО
Проводник. Контактное соединение.	Превышение температуры свыше значения температуры воспламенения материала изоляции	Автоматический выключатель (предохранитель с плавкой вставкой).
Индуктивный элемент.	Превышение температуры из-за межвиткового замыкания или отклонения напряжения на обмотке от номинального значения	Тепловой предохранитель (датчик превышения температуры).
Расположенные вблизи проводники, находящиеся под разностью потенциалов.	Утечка тока с фазы на заземленные части электрооборудования. То же на рабочий нулевой проводник (N)	Устройство защиты дифференциального тока (УЗДТ). Автоматический выключатель (предохранитель с плавкой вставкой).
Ёмкостной элемент (конденсатор).	Возникновение тока при пробое диэлектрика между электродами	Автоматический выключатель. Защита от сверхтока в блоке питания.
Электропроводка	Нагрев жилы свыше значений температуры воспламенения изоляции. Электрическая дуга, возникающая последовательно или параллельно нагрузке.	Автоматический выключатель (предохранитель с плавкой вставкой). Устройство защиты от дугового пробоя.
Полупроводниковые преобразователи. Оборудование информационных технологий	Выход из строя элементов, приводящий к превышению температуры нагрева проводников, локальному загоранию электронных компонентов, возникновению последовательной или параллельной источнику питания электрической дуги.	Автоматический выключатель. Защита от сверхтока в блоках питания.

В таблице приведены качественные признаки появления источника зажигания. Энергетические характеристики каждого из источников зажигания будут зависеть от электрической схемы, конструктивного исполнения элементов электрооборудования и параметров источника электроэнергии или блока питания прибора.

По характерным особенностям проявления источника зажигания элементами электрооборудования обосновываются меры по применению и выбору соответствующего защитного устройства, отключающего источник электроэнергии в целях пожарной безопасности. Такой подход позволит наиболее эффективно применять меры по исключению появления в электрооборудовании источников зажигания электрического происхождения.

На современном этапе развития электротехники исключение источников зажигания за счет эффективного комплексного применения устройств защитного отключения и анализа особенностей пожароопасных проявлений элементами электрооборудования с учетом механизмов возникновения пожароопасных режимов, позволит снизить количество загораний и пожаров, возникающих от электрических причин. Установление связи между конструктивным решением элементов электрооборудования и эффективным применением комплекса УЗО от пожароопасных режимов приведет к повышению уровня пожарной безопасности электроустановок и положительно повлияет на статистику пожаров от электроизделий.

Отмеченные в статье положения позволят более эффективно обосновать применение УЗО в целях противопожарной защиты электрической части проектов зданий уже на стадии проектирования и ограничить возможность возникновения источника зажигания в электрооборудовании в процессе эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: информ.-аналит. сб. Балашиха: ВНИИПО, 2023. 80 с.

2. VYTENIS BABRAUSKAS Research on Electrical Fires: The State of the Art Fire Science and Technology Inc. 9000 – 300 th Place SE Issaquah, WA 98027, U. https://www.researchgate.net/publication/250275720_Research_on_Electrical._Fires_The_State_of_the_Art (дата обращения 29.08.2024 г.).

УДК 614.84

М. В. Бондаренко, А. Ю. Кляузов, И. М. Кузовков, А. В. Хачиров
Академия государственной противопожарной службы МЧС России

ГОРЕНИЕ И ТУШЕНИЕ МЕТАЛЛОВ: АНАЛИЗ ХАРАКТЕРНЫХ ПОЖАРОВ

Дан обзор металлов, горение которых наиболее вероятно и представляет угрозу объектам промышленности. Проведён анализ характерных пожаров, где имело место горение металлов, рассмотрены особенности тушения данных пожаров. Указаны проблемные моменты.

Ключевые слова: свойства металлов, горение металлов, тушение металлов, характерные пожары, современные технологии пожаротушения, проблемы.

M. V. Bondarenko, A. Y. Klyauzov, I. M. Kuzovkov, A.V. Khachirov

GORENJE AND EXTINGUISHING OF METALS: ANALYSIS OF CHARACTERISTIC FIRES

An overview of metals, the gorenje of which is most likely and poses a threat to industrial facilities, is given. The analysis of characteristic fires where metal burning took place is carried out, the features of extinguishing these fires are considered. Gorenje The problematic points are indicated.

Key words: properties of metals, gorenje metallov, extinguishing of metals, characteristic fires, modern fire extinguishing technologies, problems.

Изучение вопросов горения и тушения металлов достаточно специфичная область пожарной науки. В отличие от других тем, по данному направлению существует не так много работ.

Так, общие характеристики металлов, обуславливающие их пожарную опасность, особенности горения металлов и тушения таких пожаров рассмотрены в работах [2, 4, 6, 8].

Исследованию свойств отдельных металлов: щелочных, алюминия, магния, их пожарной опасности и вопросам тушения посвящены научные работы [1, 5, 7].

В ряде научных работ сделан акцент на дисперсность и фракционное состояние металлов [3, 9].

Согласно данным статистики возгорание металлов происходит довольно редко. В качестве подтверждения этого утверждения можно привести тот факт, что в ежегодных информационно-аналитических сборниках «Пожары и пожарная безопасность. Статистика пожаров и их последствий», издаваемых Всероссийским научно-исследовательским институтом противопожарной обороны МЧС России

© Бондаренко М. В., Кляузов А. Ю., Кузовков И. М., Хачиров А. В., 2024

данных о возгорании металлов, пожаров с горением металлов, информации о тушении таких пожаров практически не содержится.

Тем не менее, при наличии фактора редкости, горение металлов на объектах их производства, использования, хранения и практического применения в виде готовых изделий, как правило всегда, носит катастрофический характер. Характерной особенностью пожаров, где горят металлы, является опасность взрывов и, как следствие, осторожность в действиях личного состава подразделений пожарной охраны.

Проведём краткий анализ характерных пожаров последних лет, связанных с горением металлов.

Взрыв и пожар 2 августа 2014 года на металлургическом заводе Zhongrong Metal Produxts Co Ltd, Куньшань, провинция Цзянсу, КНР (рис. 1).

Взрыв произошёл из-за воспламенения металлической пыли, в процессе полировки автомобильных дисков. Шестивалентный хром, который используется в процессе хромирования легкосплавных дисков, при их полировке может образовывать взрывоопасную пыль. По имеющимся данным в производственных помещениях была плохая вентиляция и допускалось скопление пыли в цехах полировки. В результате взрыва и пожара погибло 75 человек, более 185 были травмированы. Тушение возникших очагов пожаров производилось тонкораспылённой водой. Вода осаждала и смачивала пыль, при этом не поднимая её в воздух.

Взрыв и пожар 2 мая 2018 года на магниевом заводе автозапчастей Meridian в Итон-Рапидс, штат Мичиган, США (рис. 2).

Рис. 1. Взрыв и пожар на заводе Zhongrong Metal Products Co Ltd

Рис. 2. Взрыв и пожар на заводе Meridian

Вода из спринклерной системы пожаротушения попала в плавильные тигли с расплавленным магнием. В результате мгновенного испарения воды произошёл взрыв. В результате взрыва возникло несколько небольших очагов пожара в первичном и смежных к месту взрыва помещениях. Из-за продолжения попадания воды в расплавленный магний произошли ещё два взрыва. Прибывшие пожарные обследовали место пожара и тушили очаги в

помещениях, где не было расплавленного металла, во избежание риска травмирования. В результате пожара и взрывов получили травмы два человека произошло частичное обрушение кровли и стен производственного здания. В помещении, где произошёл взрыв, тушение осуществлялось с помощью переносных передвижных порошковых огнетушителей. В смежных, с помещением первичного взрыва, помещениях, очаги пожара ликвидировались подачей компактных струй воды.

Пожар и взрывы 29 апреля 2021 года на химическом заводе Manor Chemicals недалеко от Сент-Луиса, штат Миссури, США (рис. 3).

У железнодорожных путей, вплотную подходящих к цехам завода, загорелись бочки с химикатами. Далее огонь перекинулся на цеха завода, в которых находились ёмкости с алюминиевой пудрой. Прибывшие пожарные расчёты при попытке тушения их водой спровоцировали серию мощных взрывов. В итоге всё население (не менее трёх тысяч человек), проживающее в радиусе 800 метров от территории, завода было срочно эвакуировано. Пожар тушили более 20 часов. В первые часы пожара тушение производилось компактными струями воды. В результате этих действий пожарных была поднята в воздух алюминиевая пыль, что привело к серии мощных взрывом и ускорению скорости распространения пожара. После уничтожения огнём двух из трёх цехов завода и перекидывания огня на третий цех, было принято решение о защите соседних строений от пожара.

Взрыв и пожар 25 октября 2022 года на заводе радиаторов «Форте Пром ГмбХ», Волгоград, Россия (рис. 4).

Рис. 3. Пожар и взрывы на химическом заводе Manor Chemicals

Рис. 4. Взрыв и пожар на заводе «Форте Пром ГмбХ»

Воспламенилась со взрывом алюминиевая пыль в вентиляционном канале станка. Площадь пожара в результате составила 40 квадратных метров. Некоторое время пожарные расчёты не могли эффективно тушить пожар из-за наличия в цехе десяти чанов с раскалённым жидким алюминием. В результате взрыва и пожара погиб один человек и три были травмированы.

Взрыв и пожар 23 января 2023 года на заводе металлургии и органической химии «Морилен», Рошаль, Московская область, Россия (рис. 5).

Произошла детонация со взрывом алюминиевой пыли из-за нарушения технологического процесса. Общая площадь пожара составила 200 квадратных метров. Пожар тушили более 11 часов. В результате взрыва и пожара травмирован один человек, произошло частичное обрушение производственного здания.

Взрыв и пожар 17 марта 2023 года на заводе автомобильных поставщиков Dicastal North America, Гринвилл, штат Мичиган, США (рис. 6).

Рис. 5. Взрыв и пожар на заводе «Морилен»

Рис. 6. Взрыв и пожар на заводе Dicastal North America

По неопределённой причине произошёл взрыв в литейном цехе, где находились плавильные тигли сплавов магния и алюминия.

В результате взрыва и последующего пожара травмы получил один человек, разрушены наружные стены производственного здания. Пожар тушили более 6 часов. Для тушения применялся специальный порошок.

Очевидно, что горение металлов, и тушение таких пожаров травмоопасно, также существует фактор сложности при выборе огнетушащих веществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артемьев Н.С., Бондаренко М.В. Тушение разлитого жидкого натрия при пожаре на атомной электростанции // Пожары и ЧС. 2012. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tushenie-razlitogo-zhidkogo-natriya-pri-pozhare-na-atomnoy-elektrostantsii (дата обращения: 17.08.2024).

2. Барахоев, М.И. Горение и тушение металлов и гидридов металлов / Барахоев М.И., Орлов Е.А. // 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 «Ивановская пожарно-спасательная академия МЧС России», 2019. – С. 286-290. – EDN OBOEWG. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43853436 (дата обращения: 16.08.2024).

3. Воронецкий А.В., Крылов В.И., Арефьев К.Ю., Гусев А.А. Методологические аспекты разработки математических моделей горения частиц металлов в воздухе // Инженерный журнал: наука и инновации. 2017. №1 (61). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/metodologicheskie-aspekty-razrabotki-matematicheskih-modeley-goreniya-chastits-metallov-v-vozduhe (дата обращения: 18.08.2024).

4. Катруша, И.А. Особенности горения и тушения металлов / И. А. Катруша, С. А. Онищенко // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. – 2020. – № 2(6). – EDN GNKMSB. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43947742 (дата обращения: 16.08.2024).

5. Макаров Г.С. О горении алюминия // Технология легких сплавов. 2021. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/o-gorenii-alyuminiya (дата обращения: 17.08.2024).

6. Матвеенко В.В., Аксенов С.Г., Пермяков А.В. Обеспечение пожарной безопасности при хранении металлов на производственных предприятиях и способы их тушения // E-Scio. 2022. №11 (74). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-pozharnoy-bezopasnosti-pri-hranenii-metallov-na-proizvodstvennyh-predpriyatiyah-i-sposoby-ih-tusheniya (дата обращения: 16.08.2024).

7. Прокофьева О.Д. Горение магния и способы его тушения / Прокофьева О.Д., Кулагин А.В. // 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 «Ивановская пожарно-спасательная академия МЧС России», 2019. – С. 163-167. – EDN HUFOHX. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43853454 (дата обращения: 17.08.2024).

8. Чибисов А.Л., Инчиков А.П., Смирнова Т.М. Горение и тушение металлов // Пожарная безопасность. 2012. № 2. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id= 18203487 (дата обращения: 16.08.2024).

9. Чибисов А.Л., Павлов Д.В., Инчиков А.П. [и др.] Тушение дисперсных металлов и органических материалов // Пожарная безопасность. 2005. № 5. – EDN KVOFSB. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12866017 (дата обращения: 18.08.2024).

УДК 614.846.6

А. Н. Бочкарев, А. А. Курбатов
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОЦЕНКА ОБЩЕГО ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Данная статья посвящена исследованию процесса оценка общего технического состояния пожарных автомобилей в процессе его эксплуатации. В работе рассматриваются основные аспекты, связанные с оценкой технического состояния пожарного автомобиля, а также методы и технологии, используемые для оценки его состояния в условиях различных нагрузок.

© Бочкарев А. Н., Курбатов А. А., 2024

Ключевые слова: пожарный автомобиль, техническое состояние, технические системы, диагностика

A. N. Bochkarev, A. A. Kurbatov

INVESTIGATION OF THE PROCESS OF RESTORING THE TECHNICAL CONDITION OF A FIRE TRUCK

This article is devoted to the study of the process of assessing the general technical condition of fire trucks during its operation. The paper considers the main aspects related to the assessment of the technical condition of a fire truck, as well as methods and technologies used to assess its condition under various loads.

Keywords: fire truck, technical condition, technical systems, diagnostics

Одной из основных проблем, с которыми сталкиваются тыловые службы и руководство обеспечивающих подразделений при управлении техническим состоянием мобильных средств пожаротушения (далее — МСП), является отсутствие точной информации о текущем состоянии МСП. Для решения этой проблемы требуется внедрение инновационных систем мониторинга и диагностики, а также развитие систем прогнозирования возможных аварий и поломок. Другой проблемой является недостаток квалифицированных специалистов для проведения технического обслуживания и ремонта МСП. Решение этой проблемы требует обучения персонала и привлечения специалистов в данную область. [1]

Основные причины изменения параметров конструкции и технического состояния пожарного автомобиля включают:

- нагрузка на элементы;
- перемещение элементов относительно друг друга;
- воздействие тепла, электричества и химически активных веществ;
- воздействие внешней среды, такой как влага, ветер, температура и солнечная радиация;
- действия водителя и другие факторы. [2]

Диагностирование пожарного автомобиля начинают с проведения подготовительных работ. При этом визуально проверяют состояние кузова, рамы, рессор, кабин водителя и боевого расчета, боковых отсеков, пеналов, насосного отделения, подножек, стекол, замков дверей кабин и отсеков, стеклоподъемников, стеклоочистителей и пр. Оперение кабины и кузов не должны иметь трещин, вмятин, разрывов. Двери кабины и отсеков должны плотно закрываться и запираться замками; номерные знаки быть чистыми, хорошо видимыми и надежно закрепленными; рессоры недолжны иметь продольного смещения листов, трещин; крепление рессор должно быть надежным; рама не должна иметь трещин. Недопустимы непрокрашенные места и отслоения краски.

Затем оператор-диагност визуально проверяет герметичность системы питания, смазки, охлаждения, а также картеров двигателя, коробки передач, главной передачи, цилиндров тормозной системы. Все системы и картеры должны быть герметичны, не допускается подтекание топлива, масла, тормозной и охлаждающей жидкостей.

После этого проверяют состояние шин и давление воздуха в них. На поверхности дисков колес не должно быть вмятин и трещин, а на шинах — разрезов, вздутий отслоений резины, посторонних предметов в протекторе. При необходимости с помощью воздухораздаточной колонки доводят давление воздуха в шинах до нормы.

Целесообразно при визуальном осмотре пожарного автомобиля сразу же проверить состояние и натяжение ремней привода вентилятора, компрессора, генератора. Натяжение ремней проверяют с помощью специального приспособления или линейки и рейки. Ремни должны быть чистыми, сухими, без расслоений и разрывов. Прогиб ремней не должен превышать допустимых пределов для данного автомобиля.

Диагностирование пожарного автомобиля следует начать с оценки его общего технического состояния по обобщенным параметрам: мощности на ведущих колесах и потере мощности в трансмиссии. Для этого можно использовать MAHA LPS 3000 мощностной стенд для грузовых авто с нагрузкой на ось до 15 тонн. (рис. 1)

Рис. 1. Роликовый стенд проверки мощностных характеристик

Роликовый стенд проверки мощностных характеристик грузовых автомобилей для автомобилей с осевой нагрузкой до 15,0 т. Данный стенд может осуществлять диагностирование различных узлов и механизмов пожарного автомобиля и может работать в различных режимах:

- режим дискретного измерения для грузовых автомобилей;
- различные режимы моделирования нагрузок;
- измерение характеристик динамики автомобиля;
- тест спидометра;
- пакет графической интерпретации результатов диагностирования.

Включают двигатель и проверяют его работу на разных скоростных режимах (при этом двигатель и трансмиссия должны быть прогреты в соответствии с эксплуатационными требованиями). Субъективную оценку технического состояния двигателя проводят с использованием светоскопов. Шумы в работающем двигателе возникают из-за стука поршневых пальцев,

поршней, коренных и шатунных подшипников, из-за вибрации клапанов, детонации в карбюраторном двигателе и пр. Предварительно проверяют устойчивость его работы на малых оборотах холостого хода. Если двигатель работает неустойчиво, необходимо отрегулировать систему холостого хода карбюратора. Затем прослушивают двигатель при работе на различных скоростных режимах. Двигатель должен работать на переменных режимах устойчиво, без перебоев, стуков и ненормальных шумов в шатунных и коренных подшипниках, газораспределительном механизме и других узлах.

Двигатель считается исправным при умеренном стуке клапанов, толкателей и распределительного вала на малых оборотах холостого хода. Стук поршней о цилиндр глухой, щелкающий, уменьшающийся по мере прогрева двигателя при резком уменьшении оборотов и на малых оборотах. Стуки в коренных подшипниках коленчатого вала сильные, глухие, низкого тона, прослушиваются на прогретом двигателе при резком повышении или резком уменьшении оборотов, а также при отключении отдельных цилиндров. Более звонкие стуки в шатунных подшипниках среднего тона появляются при резком изменении частоты вращения коленчатого вала. При отключении свечи стук в данном цилиндре исчезает или заметно уменьшается. Стуки в сопряжении «поршневой палец - шатун» звонкие металлического звука, слышны при резком изменении оборотов вала. Подобные стуки могут быть также в результате детонационного сгорания топлива при раннем моменте зажигания. Стуки в клапанах газораспределения слышны на всех оборотах коленчатого вала напротив клапанной коробки. Шум шестерен распределительного механизма прослушивается на малых оборотах коленчатого вала в зоне крышки шестерен. При наличии стуков пожарный автомобиль необходимо перевести в зону ТО или ремонта для устранения неисправности.

Далее проверяют работу регулятора числа оборотов. Минимальная устойчивая частота вращения коленчатого вала двигателя должна быть в установленных пределах, мин$^{-1}$.

При необходимости минимальную устойчивую частоту вращения коленчатого вала двигателя регулируют.

Проверяют исправность спидометра. Для этого включают прямую передачу, медленным нажатием на педаль полностью открывают подачу топлива и доводят скорость автомобиля до максимальной. По показаниям прибора стенда и спидометра автомобиля определяют допустимую погрешность спидометра. После этого выключают передачу и останавливают двигатель.

Определяют потери мощности на прокручивание трансмиссии и ведущих колес. Для этого включают электромашину стенда, прокручивают трансмиссию и ведущие колеса со скоростью 30 км/ч. Допустимая мощность на прокручивание трансмиссии и ведущих колес должна быть не более, кВт (л. с.). установленной нормативными документами к данному пожарному автомобилю.

Если мощность на ведущих колесах меньше допустимой, то у карбюраторных двигателей регулируют угол опережения зажигания. Для этого необходимо ослабить крепление прерывателя распределителя и, вращая его корпус, следить за показаниями мощности и скорости автомобиля. Оптимальному углу опережения зажигания соответствует наибольшая мощность. Затем выключают передачу. Корпус прерывателя-распределителя закрепляют в положении, соответствующем наибольшей мощности.

Далее проверяют пробуксовку муфты сцепления в режиме максимальной мощности с помощью стенда.

Проверяют расход топлива при минимальной частоте вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу. Для этого подключают счетчик дизельного топлива, бензина Petroll OGM 25N (рис. 2), пускают двигатель, устанавливают минимальную частоту вращения вала двигателя, определяют часовой расход топлива по показаниям счетчика.

Рис. 2. Счетчик дизельного топлива и бензина Petroll OGM 25N

Расход топлива должен быть не более заявленным характеристикам завода изготовителя.

Далее необходимо определить расход топлива в режиме проверки мощности на ведущих колесах. При повышенном расходе топлива проверяют состояние системы питания и впускной тракт.

После проверки общего технического состояния пожарного автомобиля проводят углубленное диагностирование его агрегатов и систем,

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бочкарев А.Н. Современные технологии управления техническим состоянием мобильных средств пожаротушения в зонах чрезвычайных ситуаций / Бочкарев А.Н., Борисов А.О., Шихов И.П. – Текст: электронный // В сборнике: Гражданская оборона на страже мира и безопасности. Материалы VIII Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны. В 5-ти частях. Москва, 2024. С. 176-181. - URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=65197236 (дата обращения: 23.09.2024). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

2. Большаков Д.А. Причины и последствия изменения технического состояния пожарного автомобиля / Большаков Д.А., Бочкарев А.Н. – Текст: электронный // Надежность и долговечность машин и механизмов. Сборник материалов XV Всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 2024. С. 14-18. - URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=67670055 (дата обращения: 23.09.2024). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

3. Бочкарев А.Н. Исследование процесса восстановления технического состояния пожарного автомобиля /Бочкарев А.Н., Данилов Д.В. – Текст: электронный // Надежность и долговечность машин и механизмов. Сборник материалов XV Всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 2024. С. 26-29. - URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=67670027: 23.09.2024). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

УДК 614.842

В. Б. Бубнов, Д. С. Репин, М. А. Рогов, А. М. Чекушкин
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАСОСОВ, ПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ ВОДУ С ДОБАВКОЙ ВОДОРАСТВОРИМОГО ПОЛИМЕРНОГО МАТЕРИАЛА

Добавки водорастворимых полимерных материалов в поток воды при ее транспортировке на пожаротушение по трубопроводным и рукавным линиям позволяют уменьшить гидравлические потери напора и тем самым снизить энергетические затраты. При этом работа насоса сопровождается изменением его рабочих характеристик. В работе предложен подход, позволяющий осуществлять пересчет рабочих характеристик насосов, перекачивающих воду, на другие огнетушащие среды, включающие воду с добавкой полимерного материала. Рассмотрены способы регулирования работы насосов путем изменения как характеристик применяемых в системе насосов, так и путем изменения характеристики водопроводной системы.

Ключевые слова: моделирование, насос, противопожарное водоснабжение, полимерный материал, акриламид, водопроводная сеть, характеристика насоса.

V. B. Bubnov, D. S. Repin, M. A. Rogov, A. M. Chekushkin

MODELING THE PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF PUMPS PUMPING WATER WITH THE ADDITIVE OF WATER-SOLUBLE POLYMERIC MATERIAL

Additions of water-soluble polymeric materials to the water flow during its transportation for fire extinguishing via pipelines and hose lines allow to reduce hydraulic pressure losses and thus to reduce energy costs. In this case, the pump operation is accompanied by a change in its operating characteristics. The paper proposes an approach that allows to recalculate the operating characteristics of pumps pumping water for other fire extinguishing media, including water with the addition of a polymeric material. Methods for regulating the operation of pumps by changing both the characteristics of the

© Бубнов В. Б., Репин Д. С., Рогов М. А., Чекушкин А. М., 2024

pumps used in the system and by changing the characteristics of the water supply system are considered.

Key words: modeling, pump, fire-fighting water supply, polymer material, acrylamide, water supply network, pump characteristics.

При транспортировке огнетушащей жидкости в системах противопожарного водоснабжения (противопожарных водопроводах, насосно-рукавных линиях) неизбежно возникают гидравлические потери напора. При эксплуатации таких систем для снижения гидропотерь и энергетических затрат эффективным является использование водорастворимых полимерных материалов, в частности на основе акриламида [1, 2].

Для введения в поток воды растворов полимеров могут применяться специальные дозирующие устройства, используемые в установках водопенного пожаротушения.

При перекачке таких жидкостей (воды с добавкой полимерного материала) работа насосов сопровождается изменением его рабочих характеристик.

Введение добавок полимера перед насосом позволяет снизить гидравлические потери напора в трубопроводах на 40–50 %, а при дозировании полимерного материала после насоса — на 60–70 %. Это объясняется его деструкцией при прохождении раствора через насос.

В теории гидравлических машин разработаны методы пересчета рабочих характеристик центробежных насосов для перекачки более вязких жидкостей. Данные методы основаны на определении эмпирических поправочных коэффициентов к величинам напора, подачи и коэффициента полезного действия в зависимости от величины критерия Рейнольдса Re. Поправочные коэффициенты определяются путем обобщения результатов практических испытаний насосов на исследуемых жидкостях с различной вязкостью.

Значительный вклад в решение задач по исследованию вязкости перекачиваемой жидкости на работу центробежных насосов внес Ляпков П.Д. [3]. Он детально занимался вопросом пересчета характеристик центробежных насосов с воды на более вязкие жидкости, построил расчетную номограмму для определения поправочных коэффициентов. Аппроксимация данных номограмм позволила получить эмпирические расчетные формулы.

Исследователи установили, что влияние вязкости на характеристику насоса в основном определяется величиной критерия Рейнольдса. Чем меньше его значение, тем сильнее характеристика насоса отклоняется от характеристики его работы на воде.

В теории центробежных насосов используются различные формы записи критерия Рейнольдса. При моделировании применим безразмерный комплекс в следующем виде:

$$\mathrm{Re} = \frac{\sqrt[3]{n \cdot Q^2}}{\nu},$$

где n — частота вращения вала центробежного насоса; Q — подача жидкости; ν — кинематическая вязкость жидкости.

Рабочие характеристики насосов, полученные при испытании их на воде, могут быть пересчитаны на раствор полимерного материала, используя следующие соотношения:

$$Q = k_Q \cdot Q_в;$$
$$H = k_H \cdot H_в;$$
$$КПД = k_К \cdot КПД_в.$$

В этих уравнениях $Q_в$, $H_в$ и $КПД_в$ — подача, напор и КПД при работе насоса на воде.

Коэффициенты пересчета k_Q, k_H, $k_К$ определяются по соответствующим эмпирическим зависимостям для того или иного раствора полимерного материала.

Некоторые результаты численных экспериментов по изучению работы насосов, перекачивающих исследуемую огнетушащую жидкость, представлены на рисунке. Проиллюстрированы напорно-расходные характеристики насоса при его работе на воде и на исследуемой жидкости и характеристики водопроводной сети.

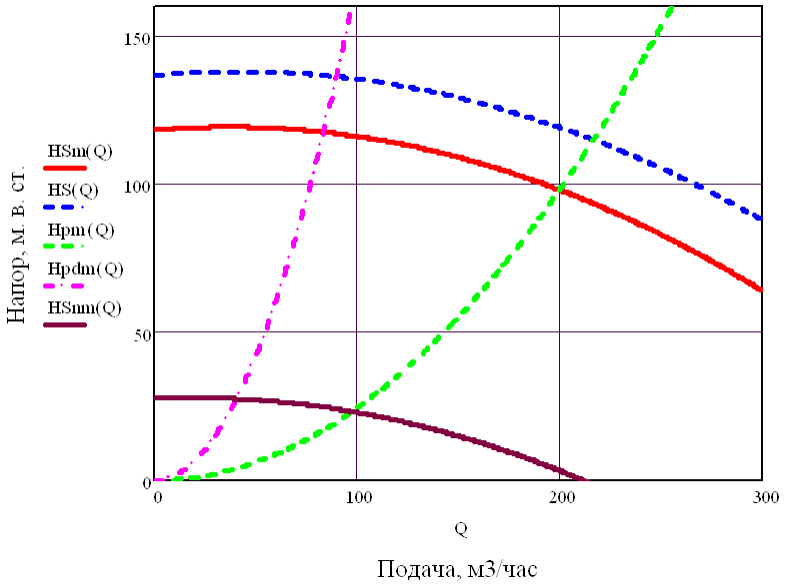


Рисунок. Характеристики насосов и водопроводной сети при подаче Q= 90 м^3/час: HSm(Q) — насос при работе на исследуемой жидкости без регулирования частоты вращения; HS(Q) — насос при работе на воде без регулирования частоты вращения; HSnm(Q) — насос при работе на исследуемой жидкости с регулированием частоты вращения; Hpdm(Q) — водопроводная сеть при дросселировании; Hpm(Q) – водопроводная сеть без дросселирования

Из рисунка наглядно видно влияние водорастворимой полимерной добавки на рабочую характеристику насоса, а также возможности регулирования работы насоса методом частотного регулирования (регулирования частотой вращения рабочего колеса центробежного насоса). Также показано, как изменяется характеристика водопроводной сети при дросселировании. Дросселирование является одним из способов изменения характеристики сети за счет создания дополнительного гидравлического сопротивления, достигаемого частичным закрытием задвижки на напорном трубопроводе насоса.

Предложенные подходы к расчету рабочих характеристик насоса будут полезны при моделировании их работы в случае транспортировки воды с полимерной добавкой. Результаты, полученные в работе, могут быть использованы при изучении вопросов управления работой насосов, регулирования положения рабочей точки (точки пересечения напорно-расходной характеристики насоса и водопроводной сети, либо рукавной линии) путем изменения положения рассматриваемых рабочих характеристик.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жучков В.В. Противопожарное водоснабжение. М.: Академия ГПС МЧС России, 2016. 298 с.

2. Бубнов В.Б. Полимеры акриламида- перспективные материалы для использования в противопожарном водоснабжении (Опубл. на сайте https://portal.edufire37.ru/) (дата обращения 25.09.2024)

3. Ляпков П.Д. О влиянии вязкой жидкости на характеристику погружных центробежных насосов. -Труды ВНИИ.- 1964. Выпуск XLI. С. 71-107.

УДК 677.024

Д. А. Буланов
Ивановский государственный политехнический университет

ГИБКИЕ ПЛОСКОСВОРАЧИВАЕМЫЕ КОМПОЗИТНЫЕ РУКАВА, НА ОСНОВЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН С ПОЛИУРЕТАНОВЫМ СВЯЗУЮЩИМ: УСТРОЙСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ

Рассматривается конструкция и области использования гибких плоскосорачиваемых трубопроводных систем основанных на синтетических волокнах с полиуретановым связующим.

Ключевые слова: композитные рукава, гибкие плоскосворачиваемые, композитные системы.

© Буланов Д. А., 2024

D. A. Bulanov

FLEXIBLE FLAT-TURNABLE COMPOSITE ROLLS BASED ON SYNTHETIC FIBERS WITH A POLYURETHANE BINDER: DEVICE AND APPLICATION

The design and areas of use of flexible flat-collapsible pipeline systems based on synthetic fibers with a polyurethane binder are considered.

Keywords: composite sleeves, flexible flat-turnable.composite systems.

Мобильные трубопроводные системы (МТС), которые основаны на гибких плоскосворачиваемых рукавов (ГПР) служат для подачи нефти с месторождений по сложному рельефу (рис. 1).

Рис. 1. Транспортировка нефтепродуктов с помощью мобильной трубопроводной системы

С помощью МТС происходит возведение байпасных магистралей на время ремонта осноных трубопроводов, организации водопроводов, промысловых трубопроводов для орошения полей.

ГПР основанны на бесшовном армирующем каркасе из синтетических нитей с полиуретановым связующим. Диаметр рукава может достигать 400 мм, а рабочее внутреннее давление до 60 Бар, тогда как диапазон рабочих температур находится в диапазоне от -60 до +80 градусов Цельсия. При укладке в бухту длина секции трубопровода достигает до двухсот метров.

Одна линия ГПР относительно большого диаметра могжет заменить более 10 параллельных линий металлических трубопроводов диаметром 150 мм;

Перекачиваемыми средами могут быть: вода, нефть и нефтепродукты, растворы кислот и щелочей, органические удобрения и др.

ГПР также нашли применение в горной отрасли и ипользуются для перекачки смеси жидкости с мелкими фракциями, подачи и водоотведения воды при разработке месторождений. Трубопроводные системы на основе ГПР применяются для бункеровки судов в условиях шторма, а также в зимний период, располагая рукава по льду.

Указанными сферами применение мобильных трубопроводов на основе ГПР не исчерпывается.

Основные технико-экономические показатели, конкурентные преимущества мобильных трубопроводов на основе ГПР:

• ГПР могут работать в самых трудных погодных условиях, в морской воде, в условиях воздействия солнечной радиации, высоких и низких температур;

• возможность использования в сейсмоопасных районах; в сыпучих грунтах, в лесистой местности и в районах со сложным рельефом;

• трубопровод может быть уложен в болотистую местность, пересекать естественные водные преграды;

• трубопроводы обладают высокой устойчивостью к повреждениям, к многократным изгибам;

• не требует высокой квалификации обслуживающего персонала, специального ухода и консервации;

• обладают компактностью при транспортировке (рис. 2);

• большая длина секций, по сравнения с металлическими трубами;

• малое количество соединений, что снижает риск протечек продукта;

• одна бригада способна развертывать ГПР со скоростью в 5–10 км в час.

Рис. 2. Компактность ГПР при транспортировке и хранении

ГПР изготавливаются методом экструзии расплавленного полиуретана, находящегося при температуре 200 °С через тканый каркас, в процессе которого заполняется пространство между нитями и образуется внутренний и наружный защитные слои.

Армирующий тканый каркас, благодаря бесшовной трубчатой конструкции, несет практически всю нагрузку от воздействия жидкости, обеспечивая высокое рабочее давление трубопровода, а полиуретан обеспечивает герметичность, сопротивление коррозии, износостойкость, маслобензостойкость и устойчивость к ультрафиолетовому излучению.

Рукав состоит из трех слоев (рис. 3) внутренний слой представляет собой тканый каркас из синтетических нитей служащий для армирования, наружный и внутренний слои выполнены из термопластичного полиуретана.

А и С – внутренний и наружный слой состоящих из полиуретана; В – армирующий тканый каркас; D – антистатический провод.

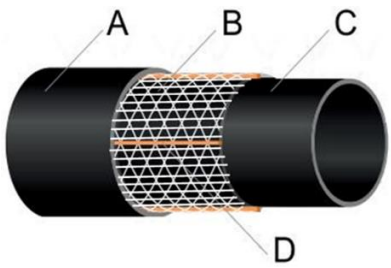


Рис. 3. Конструкция ГПР

Все преимущества мобильных трубопроводных систем на основе гибких рукавов послужили причиной увеличения темпов их производства в мире в настоящее время.

На текущий год производители освоили выпуск данных изделий под давления до 200 атм.

Решенив сложную научную и технологическую задачу по расчету и проектированию, а также последующему изготовлению ГПР под особо высокие давления (до 1000 атм), приведет к увеличению производительности трубопроводных систем и расширению сферы их применения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бахарев Б.А., Степанов С.Г. Мобильные плоскосворачиваемые трубопроводные системы: расчет, проектирование // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX–2017): сб. матер. XIX междунар. науч.-техн. форума. – Иваново, 2017. - С. 78-80.

2. Степанов С.Г., Бахарев Б.А. Мобильные плоскосворачиваемые трубопроводные системы на основе композитов из синтетических нитей и уретановых связующих: назначение, устройство, проблемы проектирования и изготовления// Ключевые тренды в композитах: наука и технологии. Сб. материалов междунар. конференции по композитам. М. 2019. С. 713-719.

3. Степанов С..Г., Бахарев Б.А. Назначение, характеристики, конструкции, проблемы расчета, проектирования и изготовления мобильных плоскосворачиваемых трубопроводных систем на основе композитов из тканых армирующих каркасов и полиуретановых связующих// Новые полимерные композиционные материалы. Микитаевские чтения: сб. материалов XVI междунар. науч.-практ. конференции.- Нальчик: Издательство «Принт Центр», 2020, С. 421-425.

УДК 614.842

В. М. Ветров
Санкт-Петербургское ГКУ ДПО «Учебно-методический центр
по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям».

СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОЖАРА КАК ОСНОВНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ СВОЕВРЕМЕННОЙ РЕАКЦИИ НА СЛОЖИВШУЮСЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНУЮ СИТУАЦИЮ

В статье рассматриваются новейшие технологии в области систем автоматической пожарной сигнализации, современные детекторы дыма как одна из основных частей автоматической пожарной сигнализации.

© Ветров В. М., 2024

Ключевые слова: пожарная безопасность, пожарная сигнализация, детектор дыма, обнаружение пожара, электроиндукционный пожарный извещатель.

V. M. Vetrov

FIRE DETECTION SYSTEMS AS THE MAIN COMPONENT OF A TIMELY RESPONSE TO AN EMERGENCY SITUATION

The article discusses the latest technologies in the field of automatic fire alarm systems, modern smoke detectors as one of the main parts of automatic fire alarm systems.

Key words: fire safety, fire alarm, smoke detector, fire detection, electric induction fire detector.

Пожарная безопасность – в современном мире является одним из важнейших аспектов. Несмотря на инновационное развитие технологий, использование новейших технологий и технических средств, профилактических мероприятий пожарной безопасности, пожары представляют серьезную угрозу жизни и здоровью людей, наносят материальный ущерб. Благодаря инновационному внедрению и усовершенствованию систем автоматической пожарной сигнализации, возможности обнаружения, предотвращения и борьбы с пожарами значительно возросли. От раннего обнаружения возгорание зависят дальнейшие действия по эвакуации людей, ликвидации возгорания, ведь время идёт на секунды.

Технические средства, инновационные внедрения в системах распознавания пожара повышают эффективность и надежность пожарной сигнализации, способствуют более быстрой реакции на сложившуюся чрезвычайную ситуацию, уменьшают риски и обеспечивают своевременную защиту жизни и здоровья людей и имущества способствуют своевременному применению первичных средств пожаротушения.

Рассмотрим такой элемент автоматической пожарной сигнализации как датчики дыма.

Выполнение всех установленных требований пожарной безопасности к системам обнаружения пожаров, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре необходимо для обеспечения своевременности начала эвакуации, обеспечивающее ее безопасность. В свою очередь, нарушение требований пожарной безопасности к указанным системам, может привести к потери безопасности эвакуации, привести к угрозе жизни и здоровью работников организаций.

В статье 8 Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» установлено, что здания и сооружения должны быть спроектированы и построены с учетом обеспечения эвакуации людей в безопасную зону до нанесения вреда их жизни и здоровью вследствие воздействия опасных факторов пожара [2].

Выполнение этого требования в организациях невозможно без использования систем обнаружения пожара, а также систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре.

Системы обнаружения пожара (установки и системы пожарной сигнализации (далее — УПС и СПС)), оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (далее — СОУЭ) должны обеспечивать автоматическое обнаружение пожара за время, необходимое для включения систем оповещения о пожаре в целях организации безопасной (с учетом допустимого пожарного риска) эвакуации людей в условиях конкретного объекта.

СПС, СОУЭ должны быть установлены на объектах, где воздействие опасных факторов пожара может привести к травматизму и гибели людей. [2, ст. 54].

К нормативным документам по пожарной безопасности относятся национальные стандарты, своды правил, содержащие требования пожарной безопасности, а также иные документы, содержащие требования пожарной безопасности, применение которых на добровольной основе обеспечивает соблюдение требований Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ [2, ст.4].

К нормативным документам, содержащим требования к установкам пожарной сигнализации, относится свод правил СП 484.1311500.2020 Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования [6].

В СП 484.1311500.2020 установлены правила содержания систем пожарной сигнализации и автоматизации противопожарной защиты для зданий, сооружений, оборудования, наружных установок различного назначения [6, п. 1.1].

Сводом правил определено, что система пожарной сигнализации предназначена для выполнения следующих основных задач:

своевременное обнаружение пожара;

достоверное обнаружение пожара;

сбор, обработка и представление информации дежурному персоналу;

взаимодействие с другими системами противопожарной защиты, формирование необходимых инициирующих сигналов управления [6, 6.1.1].

Согласно своду правил, своевременность обнаружения пожара должна обеспечиваться выбором типа и класса пожарных извещателей, а также их размещением [6, п.6.1.2].

Достоверность обнаружения пожара должна достигаться:

выбором типов пожарных извещателей;

выбором алгоритма принятия решения о пожаре;

защитой от ложных срабатываний [6, п.6.1.3].

Детекторы дыма являются одним из основных компонентов систем пожарной сигнализации. Они спроектированы для обнаружения наличия дыма, который часто сопровождает начало пожара, и моментального оповещения о

нем. Традиционные детекторы дыма обеспечивали высокую надежность, однако современная технология привнесла в эту область множество положительных инноваций.

Традиционные детекторы дыма обычно работают по одному из двух принципов: ионизации или оптической детекции. Детекторы, использующие ионизацию, измеряют изменение проводимости воздуха при наличии дыма, в то время как оптические детекторы используют лазерный или инфракрасный луч для обнаружения мельчайших частиц дыма в воздухе. Эти традиционные детекторы, разумеется, имеют каждый свои преимущества и потому широко применяются в коммерческих зданиях и жилых помещениях. Они неоднократно доказали свою надежность в обнаружении пожаров и помогали спасать жизни людей.

Среди детекторов дыма есть и инновации решения. Современные детекторы дыма стремятся к совершенствованию и расширению функциональности. Вот некоторые из наиболее значимых инноваций:

1. Многоуровневые детекторы: Эти устройства обладают способностью анализа различных уровней дыма, что позволяет им отличать обычный дым от дыма, возникающего при пожаре, и снижать количество ложных тревог.
2. Детекторы дыма и угарного газа: Некоторые современные детекторы объединяют в себе обнаружение дыма и угарного газа, что делает их более универсальными и эффективными.
3. Сетевые детекторы: Эти устройства могут взаимодействовать друг с другом и передавать информацию центральному контрольному пункту. Такой подход упрощает мониторинг и реагирование на пожары.
4. Интеграция с умными системами: Некоторые детекторы дыма могут интегрироваться с системами умного дома, что позволяет получать уведомления на мобильные устройства и дистанционно контролировать состояние безопасности.
5. Самодиагностика и обслуживание: Многие современные детекторы обладают функцией самодиагностики и уведомляют владельцев о необходимости замены батарей или обслуживания.

Особенно хочется остановиться на электроиндукционных пожарных извещателях, которые имеют ряд преимуществ.

Принцип работы извещателя дымового оптико-электронного (далее ИПДЭ) основан на индуцировании электрического потенциала частицами дыма (аэрозоля), получившими электрический заряд при прохождении через область ионизации. ИПДЭ позволяет обнаруживать перегрев силового электрооборудования, в том числе электропроводки, а также возникновение возгорания на начальной стадии до появления пламенного горения. Происходит сверхраннее обнаружение пожароопасной ситуации.

Для решения задачи сверхраннего обнаружения пожароопасной ситуации необходимо учитывать основные принципы формирования аэродисперсной среды во время начала термической деструкции (разложения при воздействии

нагрева) материалов и развития пожара. Известны следующие признаки возникновения пожароопасной ситуации:

1. первичные признаки пожара — пламя, локальное повышение температуры, излучение в ИК- или в УФ-части спектра;

2. факторы, являющиеся следствием пожара, — дым, частицы сгоревшего материала, повышение температуры в помещении, скорость нарастания температуры;

3. физические или химические признаки, свидетельствующие о большой вероятности возникновения пожароопасной ситуации или пожара, — концентрация определенных газов, запах, локальное повышение температуры вследствие нарушения технологических режимов работы энергетического оборудования, изменение характерного для данного помещения распределения аэрозольных частиц по размерам и т.д.

Для раннего обнаружения пожароопасного состояния (состояние объекта, при котором еще отсутствует открытое пламя) в охраняемом помещении предпочтительными являются пожарные извещатели, реагирующие на физические или химические признаки, свидетельствующие о большой вероятности возникновения пожароопасной ситуации или пожара. Только извещатели, реагирующие на эти признаки, способны обеспечить обнаружение пожаров на самых ранних стадиях их развития. Как показали результаты экспериментов, в образовавшемся при термической деструкции полимерных материалов аэрозольном облаке больше всего (до 90 %) частиц с размерами 0,01–0,1 мкм.

Для сверхраннего обнаружения нештатной или пожароопасной ситуации необходимо применять пожарные извещатели с повышенной чувствительностью к высокодисперсной (менее 0,1 мкм) части спектра распределения частиц по размеру. Это позволит существенно сократить время обнаружения потенциального очага возникновения пожара по сравнению с оптическими дымовыми пожарными извещателями.

АПС необходимо интегрировать с пожарными службами. Это представляет собой ещё один из важных аспектов современных систем автоматической пожарной сигнализации. Она обеспечивает более быструю и эффективную реакцию на пожары, сокращая время реагирования и уменьшая потенциальные убытки.

Большое значение имеет связь с пожарными службами в системах автоматической пожарной сигнализации. Связь с пожарными службами — это жизненно важная составляющая любой системы АПС. Основное назначение этой связи заключается в том, чтобы предупредить пожарных о чрезвычайной ситуации и предоставить им необходимую информацию для более эффективного вмешательства. Интеграция с пожарными службами позволяет системе автоматически передавать информацию о пожаре на специализированный диспетчерский пункт. Это делает возможным быстрое реагирование пожарных бригад и уменьшает риск распространения пожара.

Современные системы АПС имеют ряд интегрированных нововведений, которые обеспечивают более быструю и надежную связь с пожарными службами:

1. Автоматическое оповещение: когда датчики обнаруживают пожар, система автоматически и моментально передает сигнал на центральный пункт пожарных, и не требуется вмешательство человека. Это уменьшает время задержки.

2. Идентификация точного местоположения: Современные системы могут точно определять, в какой части здания произошел пожар, что позволяет пожарным быстрее ориентироваться.

3. Поддержка дополнительных данных: Системы могут передавать дополнительную информацию, такую как планы эвакуации, материалы зданий и другие важные данные, что помогает пожарным лучше понимать ситуацию.

Интеграция и управление системами автоматической пожарной сигнализации представляют собой важный этап в современном подходе к обеспечению безопасности от пожаров. Они объединяют различные компоненты системы в единую сеть и позволяют централизованно контролировать и управлять безопасностью объекта.

Интеграция систем пожарной сигнализации имеет ряд преимуществ:

1. Централизованный мониторинг: Интеграции систем позволяют централизованно следить за состоянием всех компонентов пожарной системы. Это включает в себя детекторы дыма, системы тушения, системы контроля доступа и видеонаблюдения.

2. Автоматическое реагирование: Интегрированные системы могут автоматически реагировать на обнаруженные возгорания или дым, инициируя меры безопасности, такие как оповещение об эвакуации, включение систем тушения и сообщение пожарным службам.

3. Уменьшение ложных тревог: Интеграция позволяет уменьшить количество ложных тревог, так как данные от разных компонентов могут быть перекрещены для точного определения, действительно ли возник пожар.

4. Доступ к данным и аналитике: Интегрированные системы предоставляют доступ к данным и аналитике, что позволяет анализировать прошлые события, оптимизировать процессы и повышать эффективность мер безопасности.

В заключение хочется отметить, что правильный выбор датчиков обнаружения дыма, соблюдение требований и норм законодательства в области пожарной безопасности, интеграция АПС с пожарными службами обеспечивают безопасность объекта защиты.

Традиционные детекторы, разумеется, имеют каждый свои преимущества и потому широко применяются в жилых и коммерческих зданиях. Они доказали свою надежность в обнаружении пожаров и не раз помогли спасти множество жизней. Внедрение ИПДЭ позволит существенно снизить риски возникновения возгорания и избежать катастрофических последствий, вызываемых пожарами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О пожарной безопасности Федеральный закон от 21.12.1994 года № 69-ФЗ.
2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ.
3. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ.
4. Правила противопожарного режима в РФ утверждены постановлением Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479.
5. ГОСТ Р 59639-2021 Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Руководство по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту. Методы испытаний на работоспособность.
6. СП 484.1311500.2020 Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования.
7. СП 3.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности.

УДК 614.841

Л. П. Вогман, И. А. Болодьян, Д. В. Долгих, Е. Н. Простов
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»

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ ПРИ ХРАНЕНИИ ТЯЖЕЛЫХ ФРАКЦИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ (НА ПРИМЕРЕ БИТУМА) ПРИ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ В РЕЗЕРВУАРАХ С ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ НЕГОРЮЧИХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВЫБОРА МАТЕРИАЛОВ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ С УЛУЧШЕННЫМИ СВОЙСТВАМИ И СПОСОБАМИ ЕЕ РАЗМЕЩЕНИЯ

Ранее на примере битума проведены экспериментально-аналитические исследования теплового самовозгорания продуктов отгонки тяжелых фракций нефти (мазут, битум, гудрон) при попадании их на развитую поверхность негорючего волокнистого (минеральная вата, шлаковата, стекловата, стекловолокно) материала теплоизоляции. В настоящей работе выполнены расчеты тепловых потоков, которые показали, каким образом можно повысить теплопроводность теплоизоляции, пропитанной битумом, и тем самым снизить вероятность или исключить ее самовозгорание. На основании экспериментально-аналитических исследований и расчетов сформулированы предложения по профилактике самовозгорания

© Вогман Л. П., Болодьян И. А., Долгих Д. В., Простов Е. Н., 2024

теплоизоляционных материалов резервуаров по хранению битумов и других углеводородов высокой отгонки нефтепродуктов.

Ключевые слова: битум, самовозгорание на волокнистых материалах, самовоспламенение паров, тепловые потоки в резервуаре, предупреждение аварий.

L. P. Vogman, I. A. Bolodyan, D. V. Dolgih, E. N. Prostov

INVESTIGATION OF HEAT FLUXES DURING STORAGE OF HEAVY FRACTIONS OF HYDROCARBONS (ON THE EXAMPLE OF BITUMEN) AT ELEVATED TEMPERATURES IN TANKS WITH THERMAL INSULATION MADE OF NON-COMBUSTIBLE FIBROUS MATERIALS FOR THE SELECTION OF THERMAL INSULATION MATERIALS WITH IMPROVED PROPERTIES AND METHODS OF ITS PLACEMENT

Experimental and analytical studies of thermal spontaneous combustion of products of distillation of heavy fractions of oil (fuel oil, bitumen, tar) were carried out on the example of bitumen upon contact with the developed surface of non-combustible fibrous (slag, glass wool, fiberglass) material of thermal insulation of tanks. Based on experimental and analytical studies and calculations, proposals have been formulated to prevent spontaneous combustion of thermal insulation materials of storage tanks for bitumen and other hydrocarbons of high distillation of petroleum products.

Key words: bitumen, spontaneous combustion on fibrous materials, spontaneous ignition of vapors, accident prevention.

Введение

Тяжелые углеводороды склонны к тепловому самовозгоранию на развитой поверхности волокнистых материалов [1, 2]. При этом следует различать механизмы самонагревания и самовозгорания горючих веществ на негорючем и горючем основании. Исследованию процессов самовозгорания горючих пористых, дисперсных, волокнистых материалов в литературе уделяется большое внимание [3–14]. В то же время недостаточно полно исследованы процессы самонагревания и самовозгорания горючих жидких веществ на развитой поверхности негорючих, и, в частности, волокнистых материалов. Эти процессы имеют свои особенности. Эта задача становится актуальной в связи с пожарами теплоизоляции волокнистых негорючих материалов резервуаров, на которые, в силу тех или иных причин, проникают нагретые выше 150 °С жидкие горючие углеводороды отгонки тяжелых фракций нефти (мазут, битум, гудрон). В настоящей работе проведены исследования тепловых потоков при хранении тяжелых фракций углеводородов (на примере битума) при попадании их при повышенных температурах на развитую поверхность негорючих волокнистых материалов теплоизоляции резервуаров.

Цель настоящей работы, с учетом ранее полученных результатов по расчетам условий теплового самовозгорания тяжелых углеводородов на примере битума и укрупненных экспериментальных исследований нагретого до 180 °С продукта на развитой поверхности негорючего волокнистого материала теплоизоляции, заключается в выполнении расчетов тепловых потоков при хранении углеводородов при повышенных температурах в резервуарах для выбора материалов теплоизоляции с улучшенными свойствами и способами ее размещения.

Профилактика самовозгорания теплоизоляционных материалов резервуаров по хранению битумов

Представляло интерес определить влияние тепловых потоков на процессы, снижающие вероятность самовозгорания пропитанного битумом негорючего волокнистого материала теплоизоляции с морфологически развитой поверхностью (с большой площадью удельной поверхности), в условиях повышенных температур для выбора материалов теплоизоляции с улучшенными свойствами и способами ее размещения.

Теплофизические характеристики, которые могут быть использованы в расчетах, представлены в табл.

Таблица. **Размеры и теплофизические характеристики слоев**

Слой	**Плотность, ρ, кг/м^3**	**Коэффициент теплопроводности, λ, Вт/м К**	**Удельная теплоемкость, C_p. Дж/кг К**	**Толщина, мм**
Наружное покрытие [16]	1400	0,25	1380	0,3
Тепло изоляция в виде минеральной ваты*	1,205	0,08 при 453 К (180 °С) [15]	1,005	100
Сталь [16]	7850	50	650	8

*Для показателя плотности теплоизоляции в виде шлаковаты, минераловатных плит условно приняты характеристики воздуха.

Неограниченная плоская стенка состоит из трех слоев различной толщины: сталь δ_1, теплоизоляция δ_2, наружное покрытие перед воздушной средой δ_3. Наружные поверхности этой стенки параллельны плоскости декартовой координатной системы и расположены при x = 0 и x = $\delta_1 + \delta_2 + \delta_3$ (рисунок). Материалы, из которых выполнены отдельные слои, неодинаковы и характеризуются различными значениями коэффициентов теплопроводности λ_1, λ_2, λ_3.

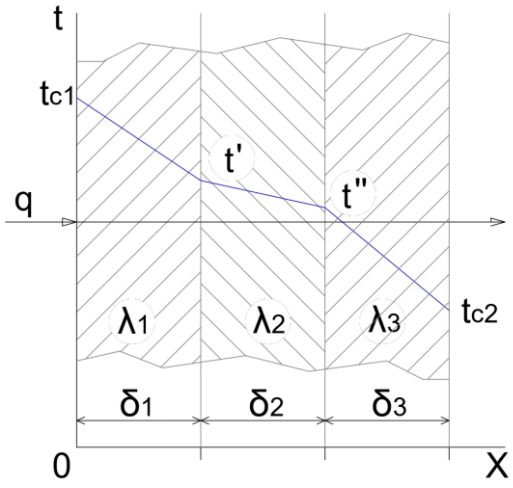


Рисунок. Плоская многослойная стенка

На наружных поверхностях стенки заданы стационарные граничные условия первого рода и распределение температуры на поверхности тела для каждого момента времени имеет вид $t_c = f\ (x,\ y,\ z)$, где t_c – температура на поверхности тела. Принимая температуру на поверхности тела постоянной, температуру стенки можно принять $t_c = const$ (рис.1) и при $x = 0$ будет равно $t = t_{c1}$, а при x ($\delta_1 + \delta_2 + \delta_3$) будет равно $t = t_{c2}$, при этом $t_{c1} > t_{c2}$.

В рассматриваемом случае можно принять температуру нагретого до близкой к максимальной температуре, принятой по технологическому процессу, битума в резервуаре и, следовательно, стальной стенки (первый слой) равной t_{c1} = 180 °С (453 К). Температуру t_{c2} наружного воздуха и, следовательно, наружной стенки третьего слоя t_{c2} = +42 °С или 315 °С (в соответствии с [17] для регионов Российской Федерации средней полосы температура может изменяться в зависимости от времени года от - 40 °С (231 К) до плюс 42 °С (315 К).

При рассматриваемых условиях температурное поле в стенке является одномерным. Изотермические поверхности перпендикулярны оси x. При стационарном процессе количество теплоты, поступающее в каждый слой, равно количеству теплоты, отдаваемому этим слоем. Плотность теплового потока q во всех слоях одна и та же величина. В пределах каждого слоя распределение температуры следует закону прямой линии (рис.1).

Обозначим неизвестные температуры на поверхности соприкосновения первого слоя (сталь) и второго слоя (теплоизоляция) $t^{/}$, а второго и третьего слоев $t^{//}$. Рассматривая последовательно каждый слой в отдельности, запишем плотность теплового потока q на поверхности тела, базируясь на законе Фурье, системой уравнений (1–3):

$$q = \lambda_1 / \delta_1\ (t_{c1} - t^{/}) \qquad (1)$$

$$q = \lambda_2 / \delta_2\ (t^{1} - t^{//}) \qquad (2)$$

$$q = \lambda_3 / \delta_3 \, (t^{//} - t_{c2}) \qquad (3)$$

Следует отметить, что для твердых пористых тел применение закона Фурье является условным, поскольку наличие пор не позволяет считать эти тела однородной средой. Коэффициенты теплопроводности для таких тел называют эффективными.

В системе уравнений (1–3) неизвестными являются t^1, $t^{//}$ и q. Решая эту систему уравнений относительно q [15], получим:

$$q = t_{c1} - t_{c2} / (\lambda_1 / \delta_1 + \lambda_2 / \delta_2 + \lambda_3 / \delta_3) \qquad (4)$$

С учетом данных значений коэффициента теплопроводности λ и толщины слоев δ (табл.2), а также известных данных температур: t_{c1} = 180 °С (453 К) и t_{c2} = + 42 °С (315 К), по (4) рассчитываем тепловой поток:

$$q = 453 - 315 / (50:8 + 0{,}08:100 + 0{,}25:0{,}3) = 138 / 7{,}08 = 19{,}5 \text{ Вт/м}^2.$$

Расчетом по формуле (4) можно показать, что при способе теплоизоляции «труба в трубе», когда теплоизолятором служит воздух, при прочих равных условиях по температурному режиму и толщине слоев стали и воздуха, значение q составит 11,04 Вт/м^2. При применении бетона в виде кольца (обечайки) в верхней части резервуара, хотя q несколько возрастает (до 22 Вт/м^2), полностью исключается самовозгорание теплоизоляции при проливах битума на поверхность теплоизоляции. К тому же этот способ теплоизоляции экономичнее способа с применением материала типа шлаковаты, минеральной ваты с развитой поверхностью.

Таким образом, на основании расчетно-аналитических исследований можно сформулировать предложения по профилактике самовозгорания теплоизоляционных материалов резервуаров по хранению битумов и его аналогов (мазут, гудрон):

- применение негорючих обмазок, например, цемента бетона (цемента, пеностекла) взамен теплоизоляционного волокнистого материала в местах возможного контакта волокнистой поверхности с битумом в аварийных ситуациях;
- использование волокнистых материалов максимально возможной плотности;
- обеспечение условий лучшего теплоотвода, например, оптимизацией; толщины термоизолирующего слоя;
- исполнение резервуаров и технологических трубопроводов по принципу «труба в трубе», когда теплоизолятором служит воздух.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Под редакцией А.Н. Баратова и А.Я Корольченко. М: «Химия», 1990.

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

3. Мелихов А.С. Исследование процесса распространения тления и условий его прекращения внутри массива газопроницаемого мелкодисперсного материала. // Пожарная безопасность, №4, 2018,- С.84-89.

4 Середа Т.Г., Кушнарева О.В., Костарев С.Н., Устинов А.И., Михайлов М.А. Снижение пожаровзрывоопасности депонирования отходов //Пожарная безопасность. №3, 2008,- С.74-81.

5. Таубкин С.И. Основы огнезащиты целлюлозных материалов. М: МКХ РСФСР, 1960. - 347 с.

6. Баратов А.Н., Молчадский И.С. Горение на пожаре. М: ФГБУ ВНИИПО, 2011, - 502 с.

7. Мелихов А.С. Модель распространения фронта тления внутри мелкодисперсного газопроницаемого материала и условий тушения очага тления /А.С. Мелихов., А.Н. Баратов, Л.П. Вогман и др. Актуальные проблемы пожарной безопасности. //Тезисы докладов XXI международной науч.-практич. конф. «Актуальные проблемы пожарной безопасности. М.: ВНИИПО, 2009,- С.35-40

8. Вогман Л.П. Пожарная опасность процесса тления горючих органических веществ и материалов. // Пожарная безопасность. №3, 2018,-С.39-49

9. Горшков В.И. Самовозгорание веществ и материалов. М: ВНИИПО,2003 г.,- 444 с.

10. Таубкин С.И. Пожар и взрыв. Особенности их экспертизы. М: ВНИИПО, 1999,-599 с.

11. Алдушин А.П., Браверман Б.Ш. Фингер – эффект при фильтрационном горении. // Тезисы докладов. XIV Симпозиум по горению и взрыву, - Черноголовка: РАН, 2008,-С.11.

12. Салганский Е.А., Полианчук Е.В., Манелис Г. Б. Пиролиз полимерных материалов в волне фильтрационного горения. // Тезисы докладов, XIV Симпозиум по горению и взрыву. - Черноголовка: РАН, 2008, - С.160.

13. Беспалов М.С., Оселедец Е.В., Пронин М.В. и др. Выделение загрязняющих веществ в атмосферу при нагревании битума. // Экология Производств. Сентябрь 2009, С.33-35.

14. Вогман Л.П., Болодьян И.А., Кудашов Ш.Р. Исследование условий теплового самовозгорания тяжелых углеводородов (на примере битумов) на развитой поверхности волокнистых негорючих материалов теплоизоляции и меры по предупреждению пожаров // Безопасность труда в промышленности. №4, 2024, С.30-36.

15. Кошмаров Ю.А., Башкирцев М.П. Термодинамика и теплопередача в пожарном деле. М: ВИПТШ МВД СССР, 1987,- 444 с.

16. Митрофанов А.С., Сырбу С.А., Исследование скорости коррозии стали марки Ст3сп в паровоздушной среде высокосернистой нефти. // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций: сборник материалов V Всероссийской научно-практической конференции. Красноярск Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. 2022, -С. 58-61.

17. СП 131.13330.2018 СНиП 23-01-99* Строительная климатология.

УДК 66.047.41

А. Н. Водясов, А. А. Покровский
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ УСТРОЙСТВА ДЛЯ СУШКИ НАПОРНЫХ ПОЖАРНЫХ РУКАВОВ

В статье рассмотрены подходы к расчету устройств для сушки напорных пожарных рукавов. При конвективном способе подвода тепла к материалу в основе расчетов лежат экспериментальные исследования, данные теплового и материального баланса. Предложен расчет габаритных размеров устройства на основе среднего интегрального времени пребывания материала в сушильной камере.

Ключевые слова: конвективная сушка, напорный пожарный рукав, теплоноситель, материальный баланс, тепловой баланс.

A. N. Vodyasov, A. A. Pokrovsky

THERMAL CALCULATION OF A DEVICE FOR DRYING PRESSURE FIRE HOSES

The article considers approaches to calculating devices for drying pressure fire hoses. In the case of convective heat supply to the material, the calculations are based on experimental studies, heat and material balance data. It is proposed to calculate the overall dimensions of the device based on the average integral time of the material's stay in the drying chamber.

Key words: convective drying, pressure fire hose, heat carrier, material balance, heat balance.

Сушка напорных пожарных рукавов требует создания экономичных и высокоэффективных сушильных устройств, что позволяет значительно снизить время и энергоемкость данного процесса, а интенсификация данного процесса позволит сократить время приведения рукавов в боевую готовность. При этом

© Водясов А. Н., Покровский А. А., 2024

интенсификация процесса сушки не должна нарушать технологических свойств высушиваемого материала.

Напорный пожарный рукав – это один из основных видов пожарного оборудования, предназначенный для транспортировки огнетушащего вещества и тушения пожаров. Пожарные рукава различаются по конструктивному исполнению. Они представляют собой тканый или ткановязаный каркас, обрамляющий внутреннее гидроизоляционное покрытие. Каркас изготавливают из нитей, которые состоят из натуральных или химических волокон. Внутреннее гидроизоляционное покрытие изготавливается из резины, латекса и других полимерных материалов. Что касается внутреннего гидроизоляционного покрытия, то оно может быть изготовлено из резин, латекса или каких-либо других полимерных материалов. Рукава с каркасом из натуральных волокон могут не содержать внутреннего гидроизоляционного покрытия. Для продления срока службы на рукава наносят защитное покрытие или проводят пропитку каркасов. Таким образом, для нужд пожаротушения могут быть использованы напорные рукава из натуральных или синтетических волокон. Структура пожарных рукавов определяет связь влаги с материалом, что влияет на температурный интервал и скорость теплоносителя.

Для разработки конструкции высокоэффективной установки для сушки пожарных рукавов необходимо применять математическое моделирование. Оно позволит учесть наибольший ряд факторов, оказывающих влияние на фактический процесс сушки. Рациональный способ и оптимальный режим сушки определяются для каждого конкретного материала с учетом его физико-химических свойств. При выборе рационального способа сушки необходимо, чтобы продукт на выходе обладал необходимыми качественными показателями, а удельные расходы тепла и электроэнергии были минимальными.

В нашем случае объектами исследования являются напорные пожарные рукава с армирующим каркасом из натуральных волокон. Данные каркасы изготавливают из льняных или хлопковых нитей. Рукава с нитями из натуральных волокон имеют меньшую массу и меньшие габариты скатки, лучшую стойкость к повышенным температурам. Основными их недостатками являются высокая склонность к гниению и сложность эксплуатации при отрицательных температурах. Данные рукава имеют различные варианты конструктивного исполнения. В данной работе рассмотрена конструкция рукава представленная на рис. 1.

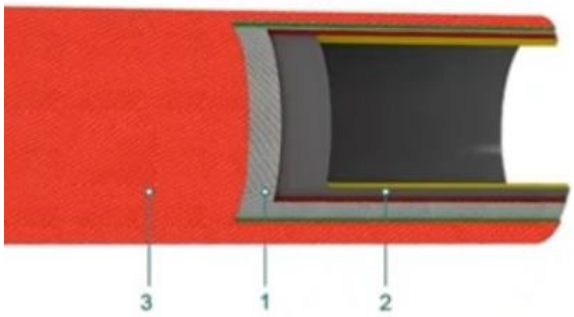


Рис. 1. Конструкция напорного рукава
с армирующим каркасом
из нитей натуральных волокон:
1 — наружный защитный слой;
2 — внутренний гидроизоляционный слой;
3 — армирующий каркас

С целью получения графика изменения массы материала в процессе его сушки были проведены экспериментальные исследования. Кривая убыли массы образца представлена на (рис. 2). Полученная кривая позволяет установить длительность процесса и выбрать режим сушки.

На представленной кривой видно, что начальный прямолинейный участок характеризует период постоянной скорости сушки. На данном этапе происходит передача тепла от потока теплоносителя к поверхности высушиваемого материала за счет конвекции и перемещение тепла от поверхности материала в его внутренние слои вследствие теплопроводности.

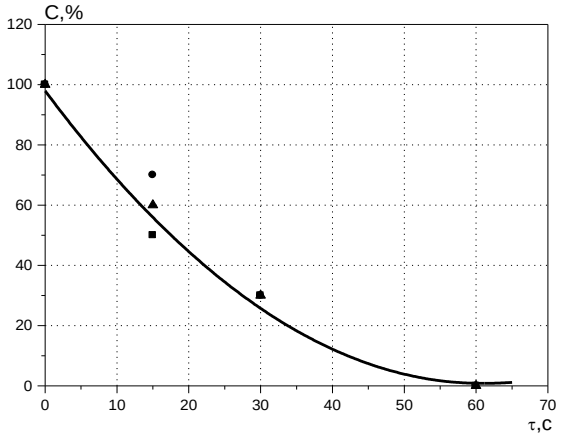


Рис. 2. Кинетическая кривая убыли массы

Одновременно с этим происходит перемещение влаги из внутренних слоёв материала к его поверхности вследствие массопереноса с последующим испарением воды с поверхности материала. Второй участок графика отражает период падающей скорости сушки.

Расчет сушильных установок выполняют в следующей последовательности:

- по требуемой производительности составляют материальный баланс сушильной установки с учетом количества испаряемой влаги;
- для расчета требуемого количества тепла и расхода сушильного агента составляют тепловой баланс процесса;
- рассчитывают необходимую поверхность тепло- и массообмена, обеспечивающую заданную производительность сушилки;
- по величине тепло- и массообмена находят габариты сушильной камеры;
- исходя из результатов расчета, обосновывают рациональный способ сушки и конструкцию устройства.

Количество влаги, испаряемой из материала, определяется на основе материального баланса:

$$W = G\frac{w_1 - w_2}{100 - w_1}, \qquad (1)$$

где w_1 и w_2 — начальная и конечная влажность материала, G — производительность сушилки (кг/ч).

Начальное и конечное влагосодержание материала:

$$U_1 = \frac{w_1}{100 - w_1} \tag{2}$$

$$U_2 = \frac{w_2}{100 - w_2} \tag{3}$$

Уравнения теплового баланса позволяют определить расход тепла на сушку материала. Для конвективной сушилки с однократным использованием газа расход тепла на испарение влаги равен:

$$Q = W\left(i_m - i_ж\right), \tag{4}$$

где i_m — энтальпия теплоносителя при температуре отходящих газов, i_m — энтальпия жидкости при начальной температуре материала.

По экспериментальным данным и результатам расчета теплового и материального баланса для расчета габаритов сушильной камеры нами рассчитана поверхность материала, через которую происходит перенос тепла и испарение влаги, и соответственно длительность сушки материала. Среднее интегральное время пребывания материала в сушильной камере:

$$\tau = \frac{2G_3}{(G_1 + G_2)}, \tag{5}$$

где G_1 и G_2 — производительность сушилки по влажному и сухому материалу; G_3 — количество материала, единовременно находящегося в зоне сушки.

Окончательные инженерные методы расчета сушильного аппарата зависят от структуры напорного пожарного рукава. В одном случае ключевым фактором внешний тепло- и массообмен, а в другом случае лимитирующей стадией являются процессы переноса тепла и массы внутри материала. Это касается материалов с большим внутренним сопротивлением переносу тепла и массы. Проектные расчеты сушильного оборудования для этих двух случаев различны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Покровский А.А., Пучков П.В., Колобов М.Ю. Анализ конвективных сушильных машин для текстильных материалов // Современные наукоёмкие технологии. Региональное приложение. - 2023. - № 4 (76). - с. 89-95.

2. Покровский А.А., Киселев В.В., Колобов М.Ю. Разработка мобильного комплекса для сушки напорных пожарных рукавов // Современные наукоёмкие технологии. Региональное приложение. - 2021. - № 3 (67). - с. 77-83.

3. Покровский А.А. Особенности сушки нетканого материала перегретым паром // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов XIII Всероссийской научно-практической конференции. – Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2022. – с. 211-215.

4. Покровский А.А. Математическое моделирование процесса конвективной сушки боевой одежды пожарного // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов XII Всероссийской научно-практической конференции. – Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – с. 115-119.

5. Гиберт И.В., Покровский А.А. Формы связи влаги с материалом напорных пожарных рукавов // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов XIV Всероссийской научно-практической конференции. – Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – с. 47-51.

УДК 614.841.2

И. Г. Гайдарбегов, Е. В. Федосеев, И. В. Свечников, В. Г. Спиридонова
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

АНАЛИЗ СТАТИСТИКИ И ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Нарушение правил устройства и эксплуатации электроустановок является одной из основных причин пожаров в Российской Федерации. Анализ пожаров, произошедших по электротехническим причинам, позволяет определить элементы электрических сетей, требующие особого внимания с точки зрения обеспечения пожарной безопасности.

Ключевые слова: электроустановка, пожар, статистические данные, пожарная безопасность.

I. G. Gaydarbegov, E. V. Fedoseev, I. V. Svechnikov, V. G. Spiridonova

ANALYSIS OF STATISTICS AND CAUSES OF ELECTRICAL FIRES

Violation of the rules of setting and operation of electrical installations is one of the main causes of fires in Russian Federation. Analysis of fires caused by electrical reasons allows to identify elements of electrical networks that require special attention from the point of view of ensuring fire safety.

Key words: electrical installation, fire, statistics, fire safety.

© Гайдарбегов И. Г., Федосеев Е. В., Свечников И. В., Спиридонова В. Г., 2024

Мировой спрос на электроэнергию в 2022 году вырос почти на 2 % по сравнению со средними темпами роста в 2,4 %, наблюдавшимися в 2015–2019 годах. Ожидается, что мировой спрос на электроэнергию в 2024–2025 годах будет расти гораздо более быстрыми темпами, чем в 2022 году, — на 3 % в год [1].

Электроустановки являются неотъемлемой частью как производственных объектов, так и жилых и общественных зданий, и сооружений. Электрическая энергия обладает рядом преимуществ: простота получения и распределения, легкость преобразования в другие виды энергии (световую, тепловую, звуковую, механическую), относительно невысокая стоимость, возможность передачи на большие расстояния. Вместе с тем, электричество является одним из основных источников пожарной опасности.

Мировая статистика пожаров за 2022 год, опубликованная Международной ассоциацией противопожарных и спасательных служб КТИФ (CTIF), свидетельствует о том, что наибольшее количество пожаров по электротехническим причинам регистрируется в России (58278 ед.). На втором месте находится США (26130 ед.). Меньше всего пожаров из-за неисправности электрооборудования зафиксировано в Латвии — 0 пожаров в 2022 году. Также электроустановки стали причиной только 56 пожаров в Венгрии и 134 пожаров в Греции.

Процентное соотношение между общим числом пожаров и числом пожаров по электротехническим причинам для разных стран мира представлено на рис. 1. Лидером по данному показателю является Панама (1234 пожара из-за неисправности электрооборудования из 2096), Россия находится на 6 месте.

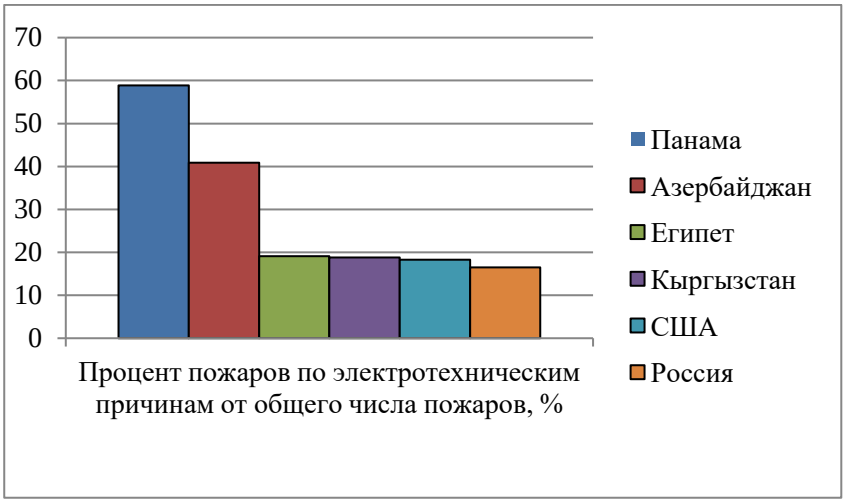


Рис. 1. Процентное соотношение между общим числом пожаров и числом пожаров по электротехническим причинам для разных стран мира

В общем мировом распределении пожаров по причинам их возникновения неисправность электроустановок составляет 15 % и находится на третьем месте. Второе место занимают пожары от каминов и печного оборудования (18 %), первое место – неосторожное обращение с огнем (27 %) [2].

В Российской Федерации в 2023 году по сравнению с 2022 годом увеличилось общее число пожаров (на 2,4 %), количество погибших (на 0,9 %) и травмированных (на 4,4 %), а также прямой материальный ущерб (на 18,6 %). Нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования в период с 2021 по 2023 год находится на втором месте среди основных причин пожаров после неосторожного обращения с огнем. При этом число пожаров из-за электрооборудования ежегодно возрастает [3] (рис. 2).

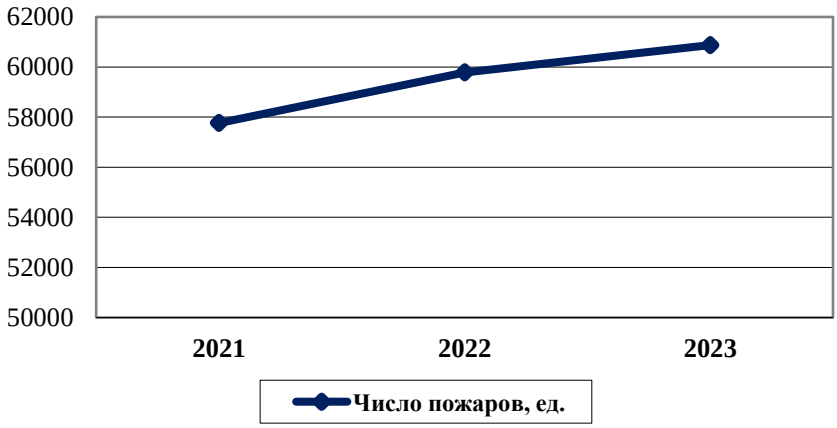


Рис. 2. Число пожаров по электротехническим причинам за 2021–2023 гг.

Основные показатели обстановки с пожарами в Российской Федерации за 2021–2023 гг., возникшими по причине нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования, представлены в таблице 1 [3].

Таблица 1. **Основные показатели пожаров по электротехническим причинам за 2021–2023 гг.**

	Объект пожара				
	Производственные и складские здания	**Здания торговых предприятий**	**Здания общественного назначения**	**Сельскохозяйственные объекты**	**Жилой сектор**
2021 год					
Количество пожаров, ед.	2460	1790	1962	271	44464
Погибло, чел.	29	2	21	2	2200
Травмировано, чел.	54	12	73	5	2327
2022 год					
Количество пожаров, ед.	1432	1724	2199	257	44573
Погибло, чел.	6	7	11	0	2138

	Объект пожара				
	Производственные и складские здания	**Здания торговых предприятий**	**Здания общественного назначения**	**Сельско-хозяйственные объекты**	**Жилой сектор**
Травмировано, чел.	31	13	59	2	2417
2023 год					
Количество пожаров, ед.	2416	1709	2117	122	46973
Погибло, чел.	23	6	14	2	2133
Травмировано, чел.	40	24	69	0	2531

Основной причиной возникновения крупных пожаров на территории Российской Федерации в 2023 году является нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования (рис. 3). Аналогичная тенденция наблюдалась в 2021–2022 годах [3].

Среди источников возникновения пожаров по электротехническим причинам за 2023 год лидирующее место занимают провода и кабели (86 %). Второе место принадлежит выключателям, вилкам, электрическим розеткам и разветвителям (4,8 %). На третьем месте находятся бытовые электронагревательные приборы (3,9 %). Реже всего источником возникновения пожара в 2023 году становились электрозвонок (15 пожаров), видео- и звукозаписывающая и воспроизводящая аппаратура (19 и 26 пожаров соответственно) [3] (рис. 4).

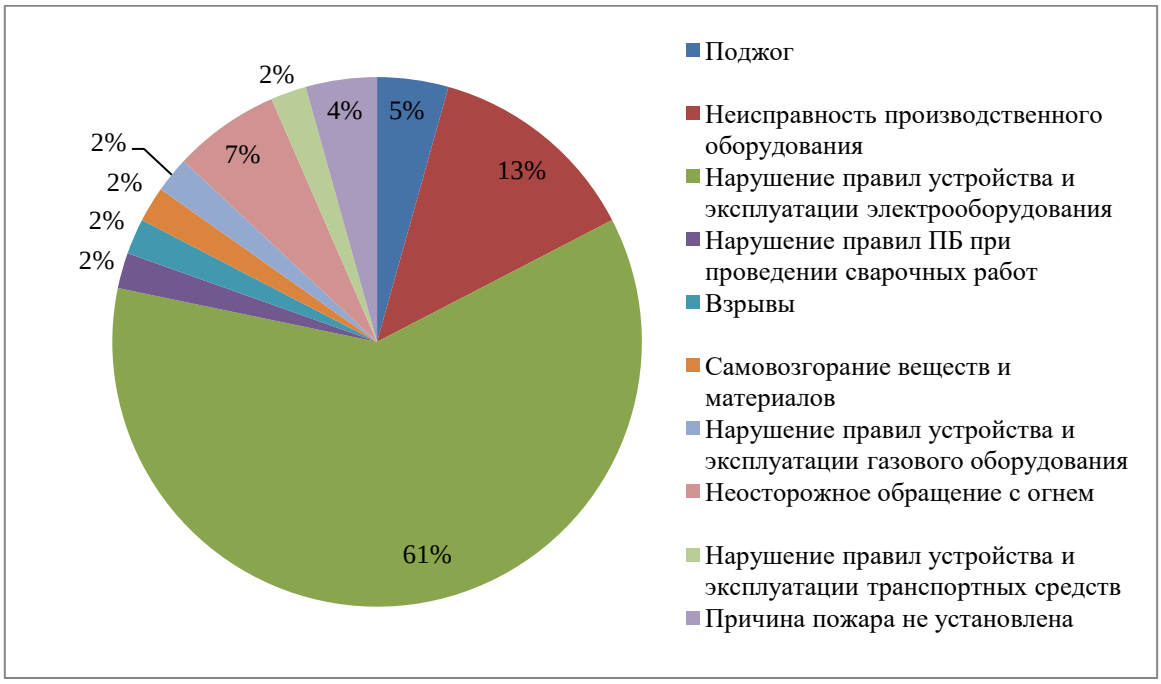


Рис. 3. Распределение основных показателей крупных пожаров за 2023 г. по причинам их возникновения

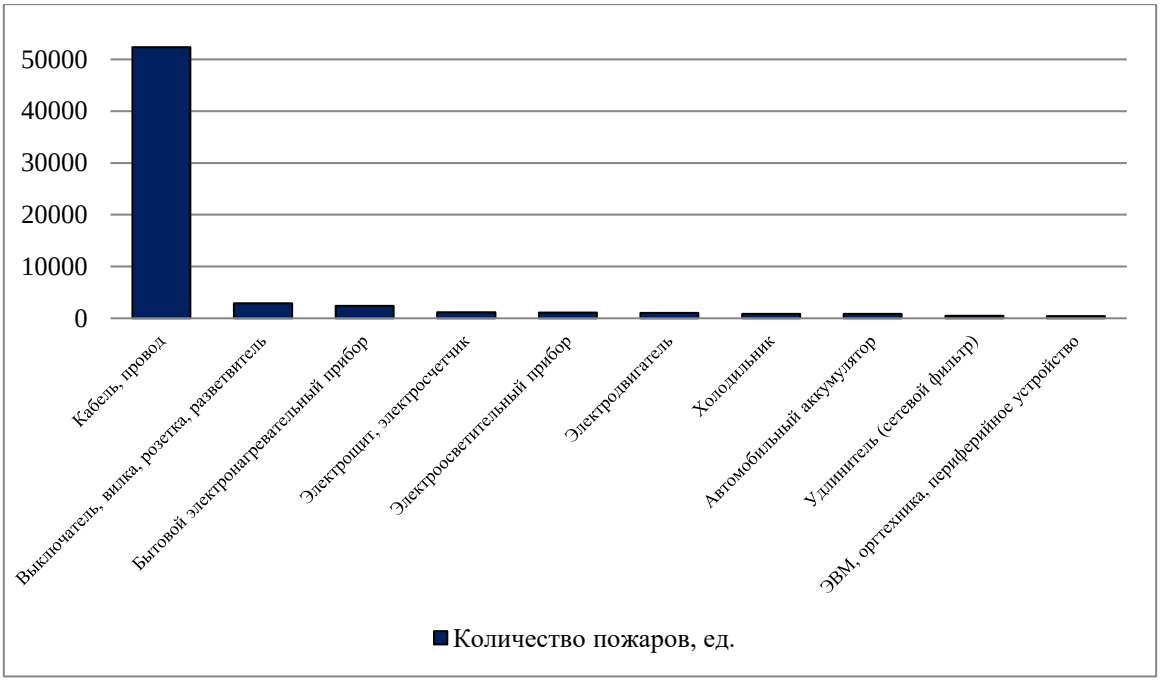


Рис. 4. Основные источники возникновения пожаров
по электротехническим причинам в 2023 году

Представленная статистика показывает, что проблема обеспечения пожарной безопасности электроустановок является крайне актуальной не только в нашей стране, но и во всем мире.

Пожары электроустановок происходят из-за коротких замыканий, токовой перегрузки, перегрева мест соединения токоведущих частей в результате образования больших переходных сопротивлений. Опасность возникновения пожаров обуславливается тем, что большинство материалов, применяемых в электроустановках, относятся к горючим (резина, полиэтилен, поливинилхлорид, полистирол, трансформаторное масло и т.д.). Следовательно, при наличии кислорода воздуха и источника зажигания может возникнуть пожар [4].

Для обеспечения пожарной безопасности электроустановок важно учитывать и соблюдать нормативные требования к монтажу и эксплуатации электрических сетей, выбору и установке электрооборудования, понимать причины и механизмы возникновения аварийных режимов работы электроустановок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. IEA (2023), Electricity Market Report 2023, IEA, Paris, Licence: CC BY 4.0 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.iea.org/reports/electricity-market-report-2023 (дата обращения 01.10.2024).

2. World Fire Statistics, Report № 29. Center for Fire Statistics of CTIF, 2024. 98 p.
3. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: информ.-аналитич. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. 110 с.
4. Пожарная безопасность электроустановок: учебное пособие / С.С. Тимофеева, В.В. Малов. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2015. 87 с.

УДК 614.895.5

А. Р. Гарафиев, Н. В. Тихонова
Казанский национальный исследовательский технологический университет

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ ПРИ ВОЗГОРАНИЯХ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Представлены варианты получения материалов для защитной одежды фильтрующе-сорбирующего типа, предназначенной для работников опасных химических производств. Показано, что физическая активация холодной плазмой углеродного сорбента позволяет устойчиво закрепить его на поверхности защитного материала и существенно снизить поглощение опасных веществ.

Ключевые слова: защитная одежда, фильтрационно-сорбирующий материал, углеродный сорбент, химическое производство, опасные вещества.

A. R. Garafiev, N. V. Tikhonova

MATERIALS FOR PROTECTIVE CLOTHING IN CASE OF FIRE AT CHEMICAL COMPLEX ENTERPRISES

Options for obtaining materials for protective clothing of the filtering and sorbing type intended for workers in hazardous chemical industries are presented. It is shown that physical activation of a carbon sorbent by cold plasma allows for its stable fixation on the surface of the protective material and significantly reduces the absorption of hazardous substances.

Key words: protective clothing, filter-sorbent material, carbon sorbent, chemical production, hazardous substances.

Современные химические производства включают процессы синтеза веществ, которые могут иметь вредное и опасное воздействие на здоровье работников. Угроза жизни возрастает при возникновении чрезвычайных ситуаций, последствиями которых становится выброс вредных веществ в условиях возгорания и других нарушениях целостности технологических процессов. В этой связи актуальным является создание защитной одежды с применением материалов, препятствующих проникновению вредных

© Гарафиев А. Р., Тихонова Н. В., 2024

химических соединений на кожу работников в местах их выброса. Такой тип одежды предполагает минимизацию вредных воздействий на кожные покровы и выполняет фильтрующе-сорбирующие функции, защищая индивида от проникновения опасных веществ в виде газа, пара или мелкодисперсной пыли, в том числе в их высокотемпературном состоянии в условиях возгорания. Целью исследования является систематизация и выявление перспективных вариантов материалов для защитной одежды, обладающих возможностью сорбции химических веществ.

Среди химических веществ, опасных при аварийных ситуациях и возгораниях, можно отметить аммиачные, водородные, хлор- и серосодержащие соединения и пр. Материалы для одежды, служащей для кратковременного нахождения работников в условиях аварийного, в том числе высокотемпературного, выброса опасных соединений, целесообразно дополнять свойствами хемозащиты, обеспечивающей преграду для проникновения токсичных веществ в условиях возгорания и других чрезвычайных ситуаций. Такая одежда может включать изолирующие или сорбирующие материалы, либо комбинированные пакеты, с применением непроницаемого для опасных веществ слоя из полимерных материалов в интересах изоляции от радиационно-химического воздействия в различных формах, а также слоя фильтрующего типа, включающего сорбирующие вещества. Данные вещества могут представлять собой соединения или моно сорбенты, которые распределяются в структуре или в объёме текстильного материала или наносятся на его поверхность.

Задача сорбента в таком материале заключается в улавливании опасных химических выбросов и препятствовании проникновению соединений к кожным покровам работников, находящихся в зоне чрезвычайной ситуации. Варианты получения таких фильтрационно-сорбирующих материалов (ФСМ) могут быть следующими:

- химическими, когда на стадии получения волокнообразующего полимера или волокна, служащего основой для дальнейшего производства ФСМ, осуществляется введение соединений, обеспечивающих формирование функциональных групп, способствующих повышению адсорбционной способности полимеров;
- физическими, когда на стадии синтеза или получения волокон для ФСМ защитного костюма производится изменение состава без химических превращений посредством введения мелкодисперсных компонентов, также в интересах повышения сорбирующих свойств;
- композитными, объединяющими первые два варианта модификации, с изменением структуры и состава ФСМ [5].

Необходимо отметить некоторые ограничения химического метода создания ФСМ, которые связаны с технологической сложностью вследствие необходимости дополнительного аппаратурного оформления и разработки новых стадий процессов модификации, а также с удорожанием процессов синтеза за счёт введения дополнительных химических веществ.

Наиболее распространённым способом получения ФСМ является физический способ получения углеродсодержащих волокнистых материалов (УВМ). Развитая удельная поверхность угля, получаемая в результате активации, обеспечивает материалам с его применением улучшенные фильтрующие свойства. В ряде исследований предлагаются различные технологии производства хемозащитного материала для одежды, препятствующей проникновению опасных соединений к коже работников в различных аварийных ситуациях. Однако следует учитывать, что кроме сорбционных свойств, необходимо придание ФСМ определенных эксплуатационных характеристик для комфортной и безопасной работы сотрудников на химических производствах.

Например, при разработке ФСМ с применением углеродсодержащей бумаги итоговый материал обладал недостаточно высокими физико-механическими характеристиками, что потребовало дополнительного нанесения прерывистого термоклеевого слоя. Последующие изыскания позволили улучшить физико-механические параметры ФСМ за счёт введения упрочняющих синтетических смол и латексов, что дополнительно обеспечило рост устойчивости к истирающим воздействиям [3]. Однако процесс производства такого многослойного материала отличается высокой трудоемкостью.

Аналогично, разработанный материал на основе УВМ для материалов хемозащитной одежды от воздействия на кожу сильнодействующих ядов [1] обладал недостаточной стойкостью к истиранию, что требовало введения дополнительных армирующих волокон и поиска их рационального взаимного переплетения. Одновременно можно отметить недостаточный уровень гигиенических характеристик, а также трудоёмкость получения и существенное приращение стоимости готового ФСМ. Действительно, введение углеродсодержащих компонентов в защитный материал зачастую улучшает сорбционные характеристики, но приводит к снижению других важных параметров ФСМ для защитной одежды. Например, разработка защитного материала на основе текстиля различной природы с нанесением сорбирующего порошкового углеродного компонента в смеси с полимерным связующим позволила повысить сорбционно-фильтрующие свойства ФСМ, который при этом отличался избыточной жёсткостью и недостаточной воздухопроницаемостью [4].

Отдельное направление исследований связано с закреплением физическим способом углеродсодержащих материалов, например сфер активированного угля с высокой устойчивостью к истиранию, на поверхности

текстиля, что позволяет получить ФСМ с повышенной стойкостью к износу. Нанесение угля на поверхность текстильных материалов производится посредством предварительного введения его в композиции с адгезивами. Наиболее широко такая технология используется для поверхностного закрепления углеродных сорбентов компаниями Saratoga и BlücherGmbh.

Наибольшие интерес с точки зрения технологичности и себестоимости процесса производства ФСМ, а также обеспечения заданных эксплуатационных свойств материала с повышением его сорбционной способности представляет исследование И.И. Морозовой. Так, экспериментальным путём, с применением модификации углеродного сорбента холодной плазмой и нанесением данного сорбента на поверхность ФСМ в композиции с полимерным связующим, доказано сокращение поглощения материалом аммиака до 100%, паров хлора до 78% относительно исходного сорбента, не подвергнутого плазменной активации. Достоинством исследования является сохранение и повышение других эксплуатационных свойств наряду с защитной способностью ФСМ: автором регистрировалось возрастание износостойкости и устойчивости к многократным изгибающим воздействиям. Кроме того, предлагаемая методика получения УВМ имеет экономическую целесообразность с ожидаемым эффектом от внедрения свыше 10 млн руб. [2].

Таким образом, можно заключить, что в интересах снижения сложности аппаратурного оформления, повышения стабильности и сокращения стоимости технологических процессов перспективными являются физические способы получения ФСМ защитной одежды с введением различных сорбирующих добавок в поверхностный слой текстиля. Наиболее доступным и распространённым сорбирующим компонентом выступают углеродсодержащие соединения, подвергающиеся различным вариантам модификации. Одним из перспективных способов активации углеродного сорбента является воздействие холодной плазмой.

Дальнейшие исследования будут направлены на внедрение охарактеризованных результатов экспериментальных исследований по созданию ФСМ с активированным углеродсодержащим компонентом в технологический процесс, необходимый для промышленного производства материалов с угольным сорбентом и создания защитных костюмов в целях обеспечения безопасности работников при возгораниях на химических производствах и других чрезвычайных ситуациях с выбросом опасных веществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Генис, А.В. Новые виды волокнистых фильтрующе-сорбирующих композиционных материалов для создания современных средств индивидуальной защиты/ А.В. Генис, А.В Кузнецов // Полимерные материалы. – 2017. – № 4. – С.48–52.

2. Морозова, И.И. Разработка сорбционно-фильтрующих текстильных материалов для защитной одежды с улучшенными свойствами: дис…канд. техн. наук. Казань, 2022 - 163 с.

3. Пат. № 2388511C1 Российская Федерация, МПК A62D5/00 Химзащитныйтермоклеевой композиционный материал для изготовления химзащитной одежды / Р.Х. Фатхутдинов; заявитель и патентообладатель АО «КазХимНИИ» – №2008140235/15; заявл. 09.10.2008; опубл. 10.05.2010, Бюл. № 13. – 7 с.: ил.

4. Пат. №2706317C1 Российская Федерация, МПК A62D5/00, A62B17/00, B32B25/02, B32B5/28 Фильтрующий химзащитный материал / А.В. Журко, В.В. Долговязов, Н.Р. Комарова, А.К. Кузнецов, Н.Л. Чернова; заявитель и патентообладатель ООО НПФ «Фабитекс» – №2019101039; завял. 10.01.2019; опубл. 15.11.2019, Бюл. №32. – 11 с.: ил.

5. Сергеева, Е.А. Регулирование свойств синтетических волокон, нитей, тканей и композиционных материалов на их основе с помощью неравновесной низкотемпературной плазмы: дис…док. техн. наук. Казан. гос. технолог. университет, Казань. – 2010. – 363 с.

УДК 699.81

А. В. Голкин, С. В. Усолкин, А. С. Лещёв, Е. А. Чудаева
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ОПЫТА РАЗРАБОТКИ СПЕЦИАЛЬНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ

В работе проведён краткий анализ основных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности при проектировании многоквартирных жилых домов при разработке специальных технических условий.

Ключевые слова: пожарная безопасность, многоквартирные жилые дома, специальные технические условия.

A. V. Golkin, S. V. Usolkin, A. S. Leschev, E. A. Chudaeva

ANALYTICAL REVIEW OF EXPERIENCE IN DEVELOPING SPECIAL TECHNICAL CONDITIONS FOR DESIGNING MULTIPLE-APARTMENT RESIDENTIAL BUILDINGS

The work provides a brief analysis of the main measures to ensure fire safety when designing multi-apartment residential buildings in the development of special technical conditions.

© Голкин А. В., Усолкин С. В., Лещёв А. С., Чудаева Е. А., 2024

Key words: fire safety, multi-apartment residential buildings, special technical conditions.

В последние годы в Российской Федерации существует тенденция к увеличению жилищного строительства, так за последние 5 лет количество введённого в эксплуатацию жилья увеличилось на 46 % (рис. 1). Подобный рост жилья в первую очередь связан с реализацией Правительством РФ большого количества льготных ипотечных программ, таких как IT-ипотека, дальневосточная ипотека, семейная ипотека и т.д.

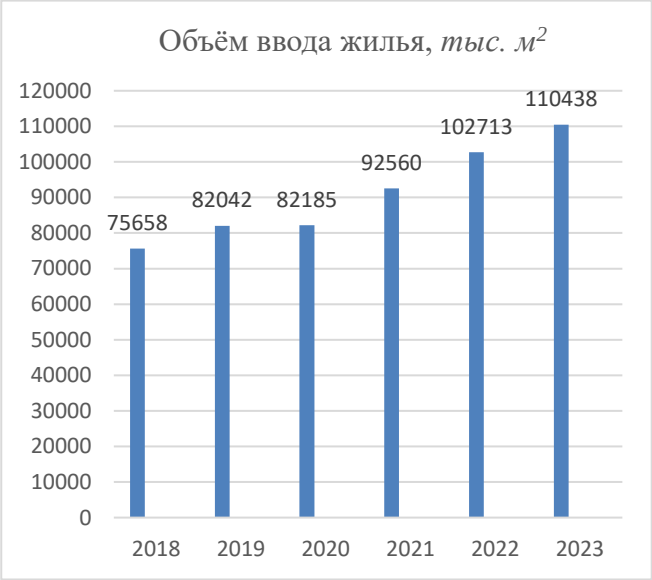


Рис. 1. Объем ввода жилья в Российской Федерации за 2018–2023 г.г.

При проектировании многоквартирных жилых домов проектные организации в последние годы всё больший акцент делают на реализацию современных тенденций в дизайне и строительстве данных зданий.

К таким тенденциям можно отнести:

- уменьшение площади квартир, связанное с урбанизацией населения, смещение спроса в сторону одиноких (не семейных) покупателей, а также большим количеством жилья, используемого в качестве пассивного дохода;
- повышение требований к комфортности жилья и инфраструктуре, которые выражаются в создании вокруг здания (а желательно внутри него) некой экосистемы, включающей наличие объектов торговли, предприятий общественного питания, коворкингов, фитнес-центров, предприятий по обслуживанию населения, конференц-залов, объектов образования и пр., также необходимой особенностью для повышения комфортности проживания является развитие внутридомовой территории, создания дворов без машин с большим количеством общественных локаций (детские, спортивные площадки, места отдыха и т.д.), а также эксплуатируемых кровель общественными пространствами;

- в дизайне сейчас превалирует акцент на большие площади остекления, позволяющие обеспечить максимальный уровень освещения квартир, а также наличие в квартирах больших балконов (террас).

Вместе с этим стоит отметить, что при реализации подобных тенденций проектировщики зачастую ограничены требованиями нормативных документов, в том числе по пожарной безопасности, которые в связи со сложной и довольно затянутой процедурой согласования и утверждения не всегда успевают меняться в ногу с новыми веяниями и тенденциями в проектировании.

В связи с чем, большинство проектных организаций прибегают к такому механизму обеспечения пожарной безопасности, как разработка специальных технических условий, отражающих специфику обеспечения пожарной безопасности и содержащих комплекс необходимых инженерно-технических и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности (далее – СТУ).

СТУ разрабатываются в соответствии с ч. 2 ст. 78 [1] для зданий, сооружений, для которых отсутствуют нормативные требования пожарной безопасности и согласно ст. 4 [1] являются нормативным документом по пожарной безопасности.

Выполнение положений СТУ, а также положений [1] является выполнением одного из условий соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности, изложенных в ст. 6 [1], и обеспечивает тем самым пожарную безопасность объекта.

Проанализировав СТУ, рассмотренные и согласованные на нормативно-технических советах Управлений надзорной деятельности и профилактической работы Главных управлений МЧС России по г. Москве и Московской области, а также Департамента надзорной деятельности и профилактической работы МЧС России, разрабатываемые для зданий многоквартирных жилых домов в последние годы, можно сделать вывод, что большинство вопросов, затрагиваемых в них у всех проектных организаций, схожи и в целом направлены на реализацию современных тенденций в дизайне и строительстве, описанных выше.

Так основными вопросами, связанными с невыполнением нормативных требований и направленных на реализацию вышеупомянутых тенденций, указываемых в СТУ, являлись:

- устройство междуэтажных поясов в местах примыкания наружных стен к междуэтажным перекрытиям менее нормативных значений;
- отсутствие в квартирах, размещаемых на высоте более 15 *м*, в жилых секция высотой менее 75 *м* с одним эвакуационным выходом с этажа, аварийных выходов;
- проектирование зданий высотой более 28 *м* без лестничных клеток типа Н1;

- проектирование жилых зданий высотой более 75 *м* (но не более 99,99 *м*) с устройством одного эвакуационного выхода с этажа и площадью этаже более 550 $м^2$;
- проектирование одного эвакуационного выхода с этажей жилых секций высотой менее 75 *м*, при площади квартир на этаже более 550 $м^2$;
- устройство индивидуальных кладовых жильцов в пожарном отсеке автостоянки;
- устройство антресолей в квартирах и пр.

Стоит отметить, что довольно большая часть указанных решений, в настоящее время уже включена в нормативные документы по пожарной безопасности. Так, например, при проектировании междуэтажных поясов в местах примыкания наружных стен к междуэтажным перекрытиям менее нормативных значений, как правило, предусматриваются решения направленные на ограничение распространения опасных факторов пожара с нижележащей квартиры на вышележащую. Наиболее часто для этого применяют устройство междуэтажных поясов с нормируемым пределом огнестойкости высотой 0,6-0,9 *м*, с устройством глухих (не открывающихся) фрамуг с ненормируемым пределом огнестойкости, с заполнением стеклопакетом с закалённым стеклом толщиной не менее 6 *мм* (или огнестойким стеклом), при этом общая высота междуэтажного пояса и фрамуги должна предусматриваться не менее 1,2 *м* и устройство «глухих» с нормируемым пределом огнестойкости (вертикальных и горизонтальных) участков наружных стен, выступающих участков от поверхности стены под углом 90°, суммарным размером не менее 1,2 *м*.

Вместе с этим приказом МЧС России от 20.06.2023 № 641 были утверждены изменения в [2], в том числе позволяющие уменьшать ранее предусматриваемые размеры противопожарных поясов.

Согласно п. 5.4.18 [2] при выполнении междуэтажных поясов высотой менее 1,2 *м* в местах примыкания к перекрытиям следует предусмотреть устройство в уровне междуэтажных перекрытий горизонтальных глухих выступов (стен, балконов, перекрытий и других) из негорючих материалов в сочетании с междуэтажными поясами. Сумма размеров горизонтальной проекции выступа и вертикальной проекции междуэтажного пояса должна быть не менее 1,2 *м*, также допускается для зданий класса Ф1.3, II и III степени огнестойкости принимать высоту междуэтажного пояса не менее 0,9 *м*, с пределом огнестойкости, предусмотренным абзацем вторым подпункта »а», при наличии глухой фрамуги высотой не менее 0,3 *м* с двухкамерным стеклопакетом. В приложении А [2], также указаны варианты рекомендованных конструктивных решений, обеспечивающих ограничение распространения опасных факторов пожара между этажами зданий.

Таким образом, единственным решением, применяемым в СТУ и не отражённым в нормативных документах по пожарной безопасности является устройство междуэтажного пояса высотой не менее 0,6 *м* с устройством глухих

(не открывающихся) фрамуг с ненормируемым пределом огнестойкости, с заполнением стеклопакетом с закалённым стеклом толщиной не менее 6 *мм*.

Изменениями №1 в [3], утверждёнными приказом МЧС России от 21.11.2023 № 1203, также предусмотрена часть решений, основанных на типовых решениях, принимаемых в СТУ. Так предъявлены требования при отсутствии в квартирах, размещаемых на высоте более 15 *м*, в жилых секция высотой менее 75 *м* с одним эвакуационным выходом с этажа, аварийных выходов, проектировании зданий высотой более 28 *м* лестничных клеток типа Н1, устройстве антресолей в квартирах.

Дополнительные требования, которые предусматриваются [3], направлены на своевременное оповещение людей в случае пожара (оборудование квартир системой пожарной сигнализации (далее – СПС) и системой оповещения и управления эвакуацией (далее – СОУЭ)), а также на ограничение распространения опасных факторов пожара (устройство тамбур-шлюзов 1-го типа с подпором воздуха на входах в лестничные клетки, отделение квартир от коридоров и соседних помещений перегородками с пределом огнестойкости не менее EI 45 с установкой противопожарных дверей 2-го типа и пр.).

Однако ряд, решений до сих пор не находят свое отражение в нормативных документах. К подобным решениям относятся:

- устройство одного эвакуационного выхода с этажа и площадью этаже более 550 $м^2$, в том числе в жилых зданиях высотой более 75 *м* (но не более 99,99 *м*);
- устройство индивидуальных кладовых жильцов в пожарном отсеке автостоянки;

В действующих нормативных документах предусмотрена возможность устройства одного выхода с этажей жилых зданий при площади квартир на этаже не более 550 $м^2$ для зданий высотой менее 75 *м* и при площади этажа не более 550 $м^2$ для зданий высотой более 75 *м*.

В рассмотренных СТУ зачастую предусматривается увеличение площади квартир или этажа при одном эвакуационном выходе, с учётом комплекса дополнительных мероприятий, в целом схожим с мероприятиями, предусматриваемыми при отсутствии аварийных выходов в квартирах и включающий в себя оборудование помещений квартир СПС, СОУЭ повышенного типа и пр.

При высоте зданий (в том числе единым пожарным отсеком) более 75 *м*, но как правило не более 100 *м*, дополнительно предусматривают повышение пределов огнестойкости междуэтажных перекрытий, а также, лестничные клетки с шириной марша в диапазоне 1,05 –1,2 *м*.

В обоих случаях вход в незадымляемую лестничную клеткупредусматривают через тамбур-шлюз с подпором воздуха при пожаре, либо пожаробезопасную зону, совмещенную с лифтовым холлом лифта для пожарных.

Вместе с этим стоит отметить, что увеличение площади квартир (этажа), приходящихся на одну эвакуационную лестничную клетку учесть в нормативных документах по пожарной безопасности, довольно сложно ввиду того, что данное решение напрямую зависит от конкретных объёмно-планировочных решений объектов. Так, например, на условных 700 $м^2$ может значительно варьироваться количество людей на этаже, а также расстояния от выхода из квартиры до лестничной клетки.

Как видно на представленных ниже рисунках при том, что на рис. 2 площадь квартир на этаже больше, чем на рис. 3 (около 700 и 650 $м^2$ соответственно), количество квартир на этаже на рис. 3 больше, чем на рис. 2, также на рис. 2 формально предусмотрено два выхода с этажа при единственной лестничной клетке. Таким образом, площадь квартир на этаже не всегда напрямую влияет на условия эвакуации.

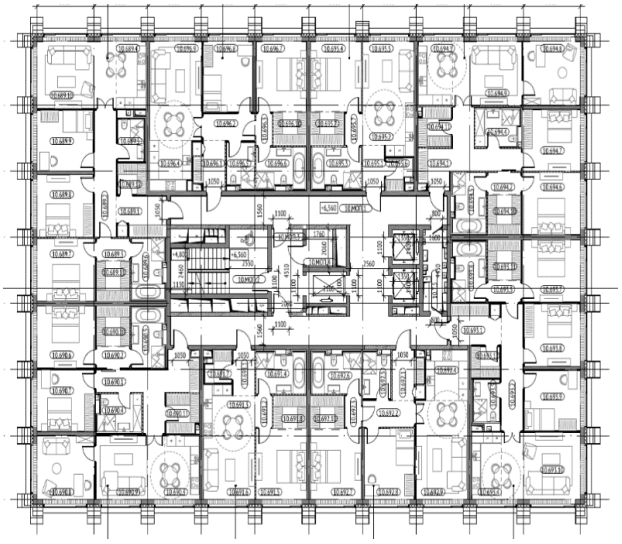


Рис. 2. План размещения квартир на этаже (1-й вариант)

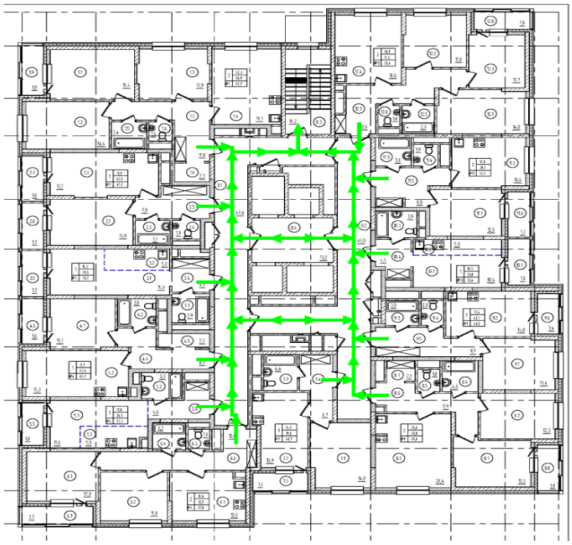


Рис. 3. План размещения квартир на этаже (2-й вариант)

В настоящее время застройщиками активно развивается проектное решение по устройству на этажах жилых домов внеквартирных хозяйственных кладовых.

Однако если устройство кладовых в подземных этажах нормативно урегулировано требованиями [4], то размещение данных кладовых во встроенных подземных парковках нормативно не урегулировано, в связи с чем данное проектное решение довольно часто встречается в СТУ.

При обосновании данного решения в основном применяются такие мероприятия, как выделение внеквартирных индивидуальных хозяйственных кладовых противопожарными перегородками с повышенным пределом огнестойкости; ограничение площади кладовых не более 10 $м^2$, при возможности объединения кладовых в блоки площадью не более 200 $м^2$, при

этом выделение кладовых в блоке допускается перегородками возводимыми не до перекрытия (покрытия) на расстояние не менее 0,6 *м*. Для предотвращения несанкционированного доступа в хозяйственные кладовые, допускается устройство ограждения или покрытия над кладовыми, выполненного из негорючих материалов, с использованием сетчатых (решетчатых) материалов, с размером ячейки не менее 25х25 *мм*; защита кладовых (блоков кладовых) автоматической установкой пожаротушения автостоянки; устройство из коридоров, в которые выходят кладовые (блоки кладовых систем вытяжной противодымной вентиляции). Часто предусматривается ограничение хранения в индивидуальных хозяйственных кладовых различных веществ и материалом, например, не допускается хранение взрывоопасных веществ и материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, масел, баллонов с горючими газами, баллонов под давлением, автомобильных (мотоциклетных) шин (покрышек). Требования к путям эвакуации предъявляются аналогичные требованиям к внеквартирным хозяйственным кладовым, встраиваемым в здания многоквартирных жилых домов, которые изложены в [3].

Учитывая, что подземная автостоянка сама по себе является объектом хранения и уже действующие требования к размещению кладовых в жилых зданиях представляется возможным внесение в нормативные документы по пожарной безопасности требований к размещению во встроенных в жилые здания автостоянках внеквартирных кладовых, основанных на типовых решениях, применяемых в СТУ.

В заключении хочется отметить, что постоянно меняющиеся веяния архитектурных решений и потребности населения к вновь проектируемым и строящимся жилым зданиям несут за собой и постоянную необходимость актуализации нормативных документов по пожарной безопасности. Одним из способов определения необходимых изменений безусловно может являться постоянный мониторинг и анализ разрабатываемых СТУ, при этом к анализу принимаемых в СТУ решений необходимо подходить системно и последовательно, а в случае необходимости предусматривать проведения дополнительных научных исследований, которые позволят прейти от требований к отдельно взятому зданию к требованиям, предъявляемым ко всем объектам строительства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ. Москва: Центрмаг, 2024. 144 с.

2. СП 2.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты. Москва: Центрмаг, 2024. 45 с.

3. СП 1.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы Москва: Центрмаг, 2024. 66 с.

4. СП 4.13130.2013. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Москва: Центрмаг, 2024. 28 с.

УДК 614.841.4

А. В. Голкин, С. А. Зуев, А. В. Карпов, С. Г. Панфилов
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ГОРЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ С ДВИГАТЕЛЕМ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ И ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Проведен анализ главных особенностей пожара электромобилей. Представлен сравнительный анализ результатов исследований тепловыделения при пожаре традиционного автомобиля и электромобиля. Отмечены основные специфические отличия выделения токсических продуктов при горении электромобиля. Приведены рекомендации по выбору исходных данных для осуществления полевого моделирования развития пожара при возгорании электромобиля на объектах хранения автомобилей.

Ключевые слова: горение, пожар электромобиля, скорость тепловыделения, токсические продукты горения.

A. V. Golkin, S. A. Zuev, A. V. Karpov, S. G. Panfilov

TO DETERMINE THE QUANTITATIVE CHARACTERISTICS OF FIRE HAZARD IN THE SIMULATION OF COMBUSTION OF CARS WITH AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE AND ELECTRIC VEHICLES

The analysis of the main features of the fire of electric vehicles is carried out. A comparative analysis of the results of studies of heat release rate in case of fire of a traditional car and an electric car is presented. The main specific differences in the release of toxic products during the combustion of an electric vehicle are noted. Recommendations are given on the selection of initial data for the implementation of field modeling of fire development in case of ignition of an electric vehicle at car storage facilities.

Keywords: combustion, fire of an electric vehicle, heat release rate, toxic combustion products.

В последнее время электромобили получают всё более широкое распространение. Согласно [0] к концу 2024 года в России будет выпускаться 25 тысяч электротранспортных средств, а к 2030 году каждый десятый произведенный российский автомобиль, будет электрическим с батареями отечественного производства.

© Голкин А. В., Зуев С. А., Карпов А. В., Панфилов С. Г., 2024

Появление электромобилей привело к возникновению новых особенностей возникновения и развития пожара на транспортных средствах и объектах хранения автомобилей. В информационной сфере все чаще упоминаются случаи пожаров электромобилей, практически каждый случай попадает в прессу, из-за чего возникает ощущение существенно более высокой пожароопасности данного вида транспорта. Но это не подтверждается данными статистики. Так, в 2021 году на 100 тыс. проданных электромобилей пришлось около 25 возгораний. У автомобилей с двигателем внутреннего сгорания (ДВС) этот показатель составляет — 1500, а больше всего у гибридов — до 3500 [0]. С учетом того, что пробеги автомобилей с ДВС значительно больше, чем у электромобилей, по данным Tesla, показатели для машин с ДВС, в перерасчете на миллиард миль пробега, постепенно улучшаются, но на настоящий момент все равно хуже приблизительно в 11 раз (соответственно 55 и 5 — у электромобилей).

Особое внимание СМИ к пожарам электромобилей обусловлено их относительной новизной и особенностями. К характерным проблемам пожарной опасности литий-ионных аккумуляторов относится высокая плотность энергии в сочетании с относительной нестабильностью химического состава элементов при повышенных температурах. Электрическая мощность аккумуляторной батареи электромобиля достигает 100 кВт*ч. Возгорание батареи может произойти как в результате внешних повреждений, так и при её подзарядке, а также при обычном хранении - при постепенном росте дендритов внутри электролита, которые могут привести к короткому замыканию внутри зарядной ячейки. По данным Пекинского технологического института [0] 38,5 % пожаров электромобилей наблюдались при их хранении, 27,5 % — при зарядке аккумуляторной батареи, а остальные пожары в результате аварийных ситуаций.

При токовых перегрузках в процессе заряда или разряда, а также внешнем тепловом воздействии при пожаре и последующем разогреве батареи до температур выше примерно 100 °С может произойти «тепловой разгон», когда скорость разложения резко ускоряется и температура элементов повышается до нескольких сотен градусов и происходит возгорание [0].

Для целей оценки обеспечения пожарной безопасности автостоянок и нормативного расчётного подтверждения пожарного риска в настоящее время широко применяются методы математического моделирования [0, 0]. С учетом вышесказанного проблема верифицированных исходных данных для моделирования развития пожара электромобилей приобретает особую актуальность.

При сравнительном анализе горючей нагрузки транспортных средств можно отметить, что содержание горючих веществ и материалов в электромобилях в целом аналогично автомобилям с ДВС и составляет до 20 % и более от общей массы. Основные отличия заключаются в отсутствии в электромобиле горючего топлива и наличие аккумуляторной батареи.

Аккумуляторная батарея в среднем содержит 8 кг лития, 35 кг никеля, 20 кг марганца и 14 кг кобальта, а ее общая масса может достигать 600 килограмм [0]. Общий объем аккумуляторной батареи составляет примерно 220 литров для электромобиля среднего класса и 400 литров для большого (внедорожника) [0].

К главным особенностям пожара автомобилей обоих типов можно отнести интенсивное развитие горения в начальной стадии с выделением большого количества тепла и токсических продуктов горения. Полномасштабные огневые испытания [0] показали примерно одинаковые мощности тепловыделения (heat release rate, HRR) при пожарах электромобиля и автомобиля с ДВС. Пиковая мощность в обоих случаях составила около 8 МВт. Добавленное тепловыделение от горения электрической батареи, в первом случае, и бензобака, во втором, оказалась примерно одинаковое, и составило примерно 2 МВт.

В лаборатории Национального института Франции [0] также были проведены подробные экспериментальные исследования наиболее важных показателей пожарной опасности литий-ионных аккумуляторов небольшой емкости. Методом калориметрии были определены мощность тепловыделения и показатели токсичности при сгорании батарей. Результаты показали, что максимальное значение мощности тепловыделения, сравнимое с горением бензина, наблюдалось при горении батареи с 50%-ным зарядом. Максимальное значение удельной теплоты сгорания составило около 4 МДЖ/кг и оказалось близким к расчетному среднемассовому значению, удельных теплот, входящих в конструктив полимеров и электролита. При этом термохимическая энергия, выделяющаяся при горении батареи намного выше запасенной электрической энергии. Как видно из исследования, удельная теплота сгорания электрических батарей на порядок меньше удельной теплоты сгорания моторного топлива. Вместе с тем, ввиду относительно низкой плотности энергии масса аккумуляторной батареи для сохранения потребительских характеристик электромобиля (достаточной мощности и запаса хода) обычно примерно в 10 раз больше массы бака бензина для автомобиля с ДВС. Таким образом, удельная пожарная нагрузка (МДж/кг) от электромобиля в целом сопоставима с нагрузкой от автомобиля с ДВС.

На 8-й конференции в г. Вашингтон [0] были доложены результаты тестовых экспериментов по сравнительному определению потенциальной пожарной опасности и параметров тепловыделения при горении электромобилей, автомобилей с ДВС с бензиновым баком 40–50 л, а также два вида гибридных автомобилей. Результаты экспериментов показали, что, несмотря на наблюдающиеся хлопки, выбросы горящих струй и факелов, опасные взрывы при горении всех автомобилей отсутствовали. Максимальная мощность тепловыделения для всех видов автомобилей достигались примерно на 6-й минуте (360 с) и в среднем составляла 8 МВт. Для автомобилей с ДВС и гибридов наблюдались непродолжительные всплески HRR до 10 МВт и выше. Приблизительно на 15 минуте горения скорость тепловыделения снижалась до

6 МВт и ниже. Максимальные температуры в кабине автомобилей всех видов достигали 1000 °С, а непосредственно над электрическими батареями — до 1200 °С. Горение непосредственно бензобака на ранней стадии имело явный пик скорости тепловыделения около 8 кВт длительностью около 3-х минут, которая затем снизилась ниже 2 кВт.

Как следует из проведенного анализа, удельная пожарная нагрузка и характер теплового воздействия от пожара электромобиля в целом соответствует показателям автомобиля с ДВС. При математическом моделировании развитии пожара в автостоянках легковых автомобилей с ДВС в качестве исходных данных по тепловыделению применяются, как правило, данные приведенные в [0]:

- низшая теплота сгорания, Нс, кДж/кг 31700,0;
- удельная массовая скорость выгорания кг/(м^2·с) 0,023;
- линейная скорость распространения пламени, v, м/с 0,0068.

Мощность тепловыделения при пожаре в помещении определяется по формуле:

$$Q_р = \eta\, Q_{сг}\, \psi \qquad (1)$$

где η — полнота горения (при пожаре принимается 0,87);

$Q_{сг}$ — низшая теплота сгорания, Дж/кг;

f — площадь поверхности горения, м^2;

ψ — удельная массовая скорость выгорания материала, кг/(м^2·с).

Среднее значение удельной скорости тепловыделения в данном случае составит 0,63 МВт/м^2. При линейной схеме распространения пожара по помещению автостоянки упомянутое в экспериментах значение мощности 8 МВт будет достигнуто на 548 с, а через 360 с (6 минут) будет составлять только 5,25 МВт.

Данные значения хорошо коррелируют с экспериментальными данными полученными для автомобилей, произведенных в 80-е и 90-е годы прошлого века [0], однако не соответствуют экспериментальным данным [0] как для более современных автомобилей (что, по всей видимости, связано с расширением использования пластика и других горючих материалов), так и для электромобилей. Таким образом, проведение исследований параметров влияющих на мощность тепловыделения при пожаре необходимо не только для электромобилей, но и для автомобилей с двигателем внутреннего сгорания.

К наиболее опасным факторам пожара автомобилей, помимо интенсивного тепловыделения, также следует отнести выделяющиеся токсичные продукты горения.

При пожаре легкового автомобиля с ДВС выделение токсичных продуктов горения принимается согласно [0]:

- дымообразующая способность, Нп·м^2/кг 487,00;
- углекислого (CO_2), кг/кг 1,3;
- угарного (CO), кг/кг 0,097;
- хлористого водорода (HCL), кг/кг 0,011.

Основные характеристические отличия выделения токсичных продуктов при горении электромобиля обусловлены специфическими особенностями сгорания аккумуляторной батареи. При тепловом разгоне, либо при внешнем тепловом воздействии на ячейки литий-ионных аккумуляторов происходит их разрушение, либо срабатывание предохранительных клапанов, что приводит к выделению в окружающее пространство как горючих газов, способствующих интенсификации горения (водород, метан), так и токсичных газов (фтористый водород (HF), цианистый водород (HCN), фосфорилфторид (POF_3), угарный газ (CO) и т.д.) [0]. Согласно справочным данным, для фтороводорода предельно допустимая концентрация в рабочей зоне на порядок ниже, чем для хлороводорода (ПДК соответственно 0,5 и 5 мг/м^3). Фосфорилфторид еще более токсичен (ПДК — 0,05 мг/м^3). Вдыхание этих газов может привести к головокружению, головной боли, вплоть до потери сознания и коме, или даже смерти. Для сценариев возгорания автомобилей в условиях открытого пространства и в открытых автостоянках фтористые газы рассеются достаточно быстро, в то время как в закрытых автостоянках их выделение следует учитывать особо.

В полномасштабном исследовании [0] показано, что общее выделение хлористого водорода при горении электромобиля в сравнении с автомобилем с ДВС примерно в два раза больше (таблица). Необходимо отметить, что указанные количества HF наблюдались только при условии полного сгорания литий-ионной батареи. При реальных пожарах фактическое начало возгорания батареи и масштаб повреждений могут существенно различаться в зависимости от места возгорания в автомобиле.

Таблица. **Выделяемые токсичные газы по результатам полномасштабных огневых испытаний** [0]

Тип транспортного средства	Масса	Емкость аккумулятора или топлива	Общее количество CO (кг)	Общее количество HF (кг)
Электромобиль	1122	16,5 кВт-ч	10,4	1,5
Автомобиль с ДВС	1128	Полный бак дизельного топлива	12,0	0,6
Электромобиль	1501	23,5 кВт-ч	11,7	1,5
Автомобиль с ДВС	1404	Полный бак дизельного топлива	15,7	0,8

В работе [0] были представлены количественные измерения выбросов фтористых газов при возгорании различных типов коммерческих литий-ионных аккумуляторов небольшой емкости. Результаты показали, что при горении может образовываться фторидов от 20 до 200 мг/Вт-ч от номинальной энергетической емкости аккумулятора. Кроме того, в ходе некоторых испытаний также наблюдалось выделение 15–22 мг/Вт-ч фосфорилфторида (POF_3). Для определения количественных характеристик выделений фтористых газов при возгорании электромобилей с промышленными батареями большой емкости и их верифицирование для целей применения при моделировании пожара необходимо проведение дальнейших исследований.

Следует отметить, что в соответствии с таблицей при горении автомобиля с ДВС выделяется значительное количество содержащих фтор соединений, наличие которых не учитывается в исходных данных [0].

Касательно дымообразующей способности, следует отметить, что пластик конструктива аккумуляторных батарей, как и моторное топливо автомобиля с ДВС, относятся к веществам с высокой дымообразующей способностью (более 500 $м^2 \cdot кг^{-1}$). Учитывая приблизительно одинаковую массу горючих веществ в автомобиле с ДВС и электромобиле, прогнозируемая дымообразующая способность при горении электромобиля не должна существенно отличаться от исходных данных согласно [0].

Согласно проведенным исследованиям можно констатировать, что удельная пожарная нагрузка и характер теплового воздействия от пожара электромобиля в целом соответствует показателям автомобиля с ДВС. Вместе с тем, необходимые при проведении моделирования пожара параметры, влияющие на мощность тепловыделения, нуждаются в количественном уточнении. Основные характеристические отличия выделения токсичных продуктов при горении электромобиля заключаются в выделении существенных количеств сильно токсичных газов (фтористый и цианистый водород, фосфорилфторид и т.д.). Увеличение количеств выделения фтористых соединений также характерно и при пожаре современных автомобилей с ДВС, что обусловлено расширением использования пластика и других горючих материалов, однако при моделировании пожара в автостоянках указанное обстоятельство в настоящее время также не учитывается. Таким образом, для определения верифицированных количественных характеристик выделения токсичных продуктов горения при пожаре современных электромобилей и автомобилей с ДВС, используемых при моделировании пожара, необходимо проведение дальнейших исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года. — URL: http://static.government. ru/media/files/bW9wGZ2 rDs3 BkeZHf7ZsaxnlbJzQbJJt.pdf.

2. Gas vs. Electric Car Fires [2023 Findings]. — URL: https://www.autoinsuranceez.com/gasvs-electric-car-fires/ (дата обращения: 25.12.2022).

3. Thermal runaway mechanism of lithium ion battery for electric vehicles: A review / Xuning Feng, Minggao Ouyang, Xiang Liu et al. // Energy Storage Materials. - 2018. - Vol. 10. -P. 246-267.)

4. В Китае опубликовали статистику по возгораниям электрокаров: BYD и GAC в топе. — URL: https://matador.tech/news/v-kitae-opublikovali-statistiku-po-vozgoraniamelektrokarov-byd-i-gac-v-tope (дата обращения: 24.12.2022).

5. Применение полевого метода математического моделирования пожаров в помещениях: Методические рекомендации. – М.: ВНИИПО, 2003. – 35 с.

6. McGrattan K., McDermott R., Weinschenk C., Overholt K., Hostikka S., Floyd J. Fire Dynamics Simulator User’s Guide: NIST Special Publication 1019. Sixth Edition. Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology. 2013. 262 p.1 Fifth International Conference on Fires in Vehicles, October 3-4, 2018, Bores.

7. Батарейка на колесах.— URL: https://trends.rbc.ru/trends/green/62671a189a7947c85bb26f0f/ (дата обращения: 09.01.2023).

8. Lalinde I. Perspective Chapter: Thermal Runaway in Lithium-Ion Batteries / I. Lalinde,

9. C. Lam, D. MacNeil, R. Kroeker, G. Lougheed and G. Lalime, “Full-scale Fire Testing of Electric and Internal Combustion Engine Vehicles, National Research Council of Canada,” in Fourth International Conference on Fire in Vehicles, Baltimore, 2016.

10. Investigation on the fire-induced hazards of Li-ion battery cells by fire calorimetry. Perrine Ribière, Sylvie Grugeon, Mathieu Morcrette, Simeon Boyanov, Stéphane Laruelle a and Guy Marlair. Laboratoire de Réactivité et Chimie des Solides, UMR CNRS 6007, Université de Picardie Jules Verne, 33 rue Saint Leu, 80039, Amiens, France. Institut National de l'Environnement et des Risques (INERIS), Direction des Risques Accidentels, Parc Technologique Alata, BP2 60550, Verneuil en Halatte, France.

11. Electric Vehicle Fire Testing. Presentation to the 8th EVS-GTR Meeting, Washington, USA June 1-5, 2015.

12. Пособие по применению «Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности. М.: ВНИИПО, 2012. 83 с.

13. Sun P. A Review of Battery Fires in Electric Vehicles / P. Sun, R. Bisschop, H. Niu et al. // Fire Technology. — 2020. — URL: https://doi.org/10.1007/s10694-019-00944-3 (дата обращения: 20.12.2022).

14. Lecocq A, Bertana M, Truchot B, Marlair G. Comparison of the fire consequences of an electric vehicle and an internal combustion engine vehicle. International Conference on Fires In Vehicles – FIVE 2012, vol. 2, Chicago, United States: 2012, p. 183–94.

15. Ingason H. Fire Development in Catastrophic Tunnel Fires (CTF)// Proceedings of Int. Symp. on Catastrophic Tunnel Fires (CTF), Boras, Sweden, November 20-21, 2003, pp 31-47

УДК 614.8

Е. С. Голубева, Е. В. Зарубина, Д. С. Репин
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОЖАРА

В статье обоснована необходимость повышения эффективности обнаружения пожара. Проведенный в работе анализ систем видеонаблюдения позволяет определить условия применения для конкретных помещений, выбор камер с соответствующим разрешением, углом обзора и функциями для эффективного обнаружения пожара.

Ключевые слова: видеонаблюдение, задымление, пожарная безопасность.

E. S. Golubeva, E. V. Zarubina, D. S. Repin

APPLICATION OF VIDEO SURVEILLANCE SYSTEMS FOR FIRE DETECTION

The article substantiates the need to improve the efficiency of fire detection. The analysis of video surveillance systems conducted in the work allows us to determine the conditions of use for specific premises, the choice of cameras with the appropriate resolution, viewing angle and functions for effective fire detection.

Key words: video surveillance, smoke, fire safety.

Фиксация дыма, это процесс рассчитанный для достаточно сложных вычислительных мощностей.

Программа выделяет фон (все неподвижные пиксели сцены), после чего вычисляются 3 характерные величины: α, β, γ [1].

Параметр α — текстурированность сцены, называемая пространственной энергией (яркость, интенсивность, количество цветов и т.д.). Если в кадре появляется дым, пространственная энергия сцены уменьшается. Интенсивность теряется, на кадре присутствует меньше цветов. Картинка становится более тусклой. Это первый показатель наличия в кадре дыма.

Параметр β — временная величина, которая показывает изменение текстурированности с течением времени. Если пространственная энергия изменилась быстро, это говорит о попадании в кадр какого-то темного объекта (машина, человек и т.д.). Если же изменение происходит медленно и плавно, высока вероятность, что в кадре появился дым.

© Голубева Е. С., Зарубина Е. В., Репин Д. С., 2024

Параметр γ оценивает соотношение цветов в кадре (их разницу). Если в кадре появляется дым, то разница, выраженная в числовом формате, сокращается. Параметр γ оценивает и скорость изменения соотношения цветов, чтобы исключить перекрытие кадра каким-то посторонним объектом.

Сгенерированный контакт камеры с устройством воспроизведения изображения может позволить передавать сигналы тревоги при ухудшении изображения при возникновении задымления.

При использовании IP камеры в домашних условиях установку производят с учётом угла наклона камеры, чтобы она смогла охватить необходимый объем помещения.

Оптимальным углом наклона, который соответствует углу зрения человека, является значение, равное 36 градусов. Фокусное расстояние при этом будем примерно равно 6,9 миллиметров. Соответственно, камеру следует размещать с наклоном в диапазоне от 30 до 40 градусов. В таком случае дальность, на которой производится идентификация объектов, варьируется от 5 до 20 метров [1].

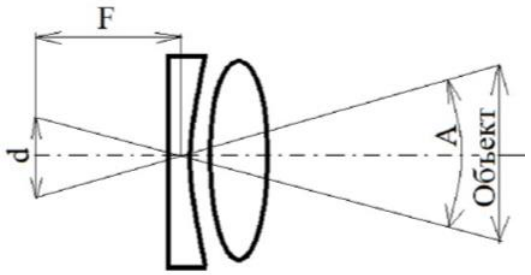


Рисунок. Работа объектива камеры

И если идентификация объекта становиться невозможной, благодаря задымлению, при возникновении ли пожара или прорвало трубу горячего водоснабжения, то камера сигнализирует об этом на прибор воспроизведения.

Угол наклона камеры можно рассчитать и выбрать нужное расстояние её расположения:

$$\alpha = 2*\mathrm{arctg}(d/2*F) \text{ [2]},$$

где α – угол обзора объектива в градусах;
d – размер светочувствительного элемента в миллиметрах;
F – фокусное расстояние объектива камеры.

Достоинства использования камер видеонаблюдения.

Раннее обнаружение: Видеонаблюдение позволяет обнаружить пожар на ранней стадии, когда он ещё не распространился и не представляет серьезной угрозы.

Повышение безопасности: Раннее обнаружение пожара позволяет своевременно эвакуировать людей и принять меры по его тушению, снижая риск повреждений и ущерба.

Документирование происшествия: Видеозапись может быть использована в качестве доказательства при расследовании причин пожара.

Управление ресурсами: Видеонаблюдение может быть использовано для оптимизации работы пожарных бригад, помогая им быстрее ориентироваться на месте происшествия и эффективно распределять ресурсы.

Снижение ложных срабатываний: Системы видеонаблюдения могут быть интегрированы с системами пожарной сигнализации, что помогает снизить количество ложных срабатываний.

Типы систем видеонаблюдения:

Стандартные камеры: Камеры видеонаблюдения с функцией обнаружения движения могут быть использованы для мониторинга помещений и обнаружения пожара.

Термографические камеры: эти камеры чувствительны к инфракрасному излучению и могут обнаружить пожар по температурным изменениям. Камеры с искусственным интелектом: Эти камеры способны анализировать видеопоток и обнаружить пожар по характерным признакам, таким как дым, пламя, необычный шум.

Применение: Промышленные предприятия: Видеонаблюдение может быть использовано для мониторинга производственных помещений, складов и других объектов.

Офисные здания: Видеонаблюдение может быть использовано для мониторинга корпусов зданий, офисных помещений, коридоров и лифтов.

Торговые центры: Видеонаблюдение может быть использовано для мониторинга торговых площадей, складов и подсобных помещений. Музеи и архивы: Видеонаблюдение может быть использовано для защиты ценных экспонатов и архивных материалов. Жилые дома: Видеонаблюдение может быть использовано для защиты жилых помещений от пожаров, особенно важно для домов с деревянными перекрытиями или с большим количеством электроприборов.

Таким образом, проведенный анализ систем видеонаблюдения позволяет определить условия применения для конкретных помещений, выбор камер с соответствующим разрешением, углом обзора и функциями для эффективного обнаружения пожара.

Камеры требуется устанавливать в стратегически важных местах, обеспечивая полный обзор помещения. Интеграция с системами сигнализации должна быть для своевременного предупреждении о пожаре. Но так же как и все технические средства, системы видеонаблюдения необходимо регулярно проверять и обслуживать, чтобы обеспечить её исправную работу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ существующих подходов к распознаванию лиц [Электронныйресурс] Режим доступа: https://habr.com/ru/company/synesis/blog/238129/.
2. Аналоговые камеры [Электронныйресурс] Режим доступа: https://habr.com/ru/post/573312/.

УДК 614.841.2

А. В. Гомозов, С. А. Лучкин, М. С. Лебедев, В. Ю. Вандышева
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

НАПРАВЛЕНИЯ АКТУАЛИЗАЦИИ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Приведен анализ направления актуализации нормативных требований по снижению пожарной опасности противопожарных преград, стен, перегородок, чердачных перекрытий и покрытий в зданиях различного функционального назначения.

Ключевые слова: класс пожарной опасности строительных конструкций, горючесть материалов в составе конструкций, чердачное перекрытие, покрытие зального помещения.

A. V. Gomozov, S. A. Luchkin, M. S. Lebedev, V. Yu. Vandysheva

DIRECTIONS OF UPDATING REGULATORY REQUIREMENTS TO REDUCE FIRE HAZARD OF BUILDING STRUCTURES

The article analyzes the directions of updating regulatory requirements for reducing the fire hazard of fire barriers, walls, partitions, attic floors and roofs in buildings of various functional purposes.

Key words: fire hazard class of building structures, flammability of materials in structures, attic floor, hall covering.

Положения [1] регламентируют требования к классам пожарной опасности строительных конструкций зданий различных классов конструктивной пожарной опасности. Соответствие строительных конструкций данным требованиям устанавливается на основе методов испытаний [2–3]. Данный подход позволяет достаточно просто запроектировать здания различного назначения.

© Гомозов А. В., Лучкин С. А., Лебедев М. С., Вандышева В. Ю., 2024

Однако [1] не содержит ограничений на применение горючих материалов внутри строительных конструкций, а метод испытаний [2] не учитывает пересечение конструкций инженерными коммуникациями и воздействие пожара в зоне примыкания испытываемой конструкции к другой конструкции, т.е. в зоне «стыка» конструкций.

Поэтому используемый комплекс требований и методов испытаний не позволяет в достаточной степени учесть эффект возможного распространения пожара по горючим материалам внутри смонтированных на объекте конструкций в условиях реального пожара.

В частности, если перегородка выполнена с применением полимерных утеплителей группы горючести Г3 – Г4, а используемая конструктивная огнезащита позволяет на основе испытаний по [2] установить класс пожарной опасности конструкции К0, то данная конструкция формально имеет достаточно широкую область применения (она может быть применена в зданиях класса Ф1.1, Ф4.1 и т.д.).

Вместе с тем, в реальных условиях эксплуатации на конкретном объекте данные конструкции могут пересекаться инженерными коммуникациями (трубами, кабелями, воздуховодами и т.д.) и стыковаться со стенами, перекрытиями и т.д.

В случае пожара произойдет распространение огня внутрь таких конструкций через узел пересечения конструкции этими коммуникациями или узел примыкания к другим конструкциям. При этом горение полимерного утеплителя будет сопровождаться выделением большого количества токсичных продуктов горения, вспышками и т.д., что значительно осложнит эвакуацию людей и действия по тушению пожара.

Данные обстоятельства обуславливает необходимость при формировании противопожарных требований к строительным конструкциям (в том числе к противопожарным преградам), а также к области применения строительных конструкций учитывать не только ее класс пожарной опасности, но и фактор наличия горючих материалов в теле этих конструкций.

С учетом этого, представляется целесообразным дополнить [4] следующими требованиями.

1. Утеплитель в конструкциях противопожарных преград следует предусматривать из негорючих (далее – НГ) материалов.

2. В зданиях класса функциональной пожарной опасности Ф1.1, поликлиниках (Ф3.4), клубах (класс Ф2.1), детских санаториях и оздоровительных лагерях наружные и внутренние стены, перегородки и перекрытия должны иметь класс пожарной опасности К0 вне зависимости от класса конструктивной пожарной опасности здания. Утеплитель в этих конструкциях следует предусматривать из НГ материалов.

Другим направлением актуализации нормативных требований является проблема обеспечения теплоизоляции чердачных перекрытий со стороны чердака. Предъявляемые согласно [1] требования к классу пожарной опасности

чердачных перекрытий проверяются согласно [2] при условии воздействия пожара снизу перекрытий. Поэтому, если чердачное перекрытие имеет класс пожарной опасности, соответствующий нормативным требованиям, то нет формальных ограничений по его теплоизоляции горючими материалами со стороны чердака.

Вместе с тем, применение горючих теплоизоляционных материалов (в том числе полимерных материалов группы горючести Г3 – Г4) для теплоизоляции чердачных перекрытиях в зданиях различных классов функциональной пожарной опасности может привести к их интенсивному горению в следующих случаях:

– при деформации и прогибе перекрытий с низким пределом огнестойкости (REI 15 – REI 30) с последующим распространением пожара через раскрытые швы и стыки в утеплитель еще до момента прибытия пожарных подразделений;

–горения перекрытий, выполненных с применением горючих материалов (класса пожарной опасности К2 – К3, в том числе деревянных) и дальнейшего распространения пожара через саму конструкцию перекрытия, узлы примыкания и пересечения в утеплитель;

–распространения пожара через кабельные и трубные проходки, а также воздуховоды, пересекающие перекрытие;

–загорание утеплителя от нагретых труб и горящих кабелей, которые проходят через утеплитель транзитом от оборудования, на которое воздействует пожар.

Горение утеплителей типа пенополиуретан, пенополистирол и подобных утеплителей будет сопровождаться интенсивным выделением токсичных продуктов горения, представляющих высокую опасность для людей и пожарных подразделений.

С учетом этого представляется целесообразным внести следующие дополнительные требования в [4].

1. Применение горючих теплоизоляционных материалов группы горючести Г3 – Г4 для теплоизоляции чердачных перекрытиях в зданиях классов функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф1.2, Ф 1.3, Ф2.1, Ф3.4, Ф3.7 и Ф4.1 не допускается.

Применение утеплителей группы горючести Г2 – Г1 для теплоизоляции чердачных перекрытиях в зданиях классов функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф1.2, Ф1.3, Ф2.1, Ф3.4, Ф3.7 и Ф4.1 допускается при одновременном выполнении следующих условий:

– утеплитель смонтирован на перекрытии с пределом огнестойкости не ниже REI 45 класса К0 (45);

– утеплитель разделен на участки площадью не более 100 м^2 строительными конструкциями или диафрагмами толщиной не менее 120 мм из НГ материалов по всей высоте утеплителя;

– утеплитель защищен сверху НГ материалами толщиной не менее 40 мм (строительный раствор, минвата и т. д.);

– чердачное пространство защищено системой пожарной сигнализации (далее - СПС) и внутренним противопожарным водопроводом (далее — ВПВ), а при отсутствии в здании ВПВ — на чердак необходимо проложить сухотрубы для подключения к пожарной технике.

2. Применение горючих теплоизоляционных материалов группы горючести Г1 – Г4 для теплоизоляции чердачных перекрытиях в остальных зданиях классов функциональной пожарной опасности Ф2 - Ф4 (не указанных в п.1) **а также Ф5** допускается при одновременном выполнении следующих условий:

– утеплитель Г3 – Г4 должен быть смонтирован на перекрытии с пределом огнестойкости не ниже REI 45 класса К0 и разделен на участки площадью не более 100 м^2 строительными конструкциями или диафрагмами толщиной не менее 120 мм из НГ материалов по всей высоте утеплителя;

– утеплитель Г1 – Г2 должен быть смонтирован на перекрытии с пределом огнестойкости не ниже REI 15 класса К0 и разделен на участки площадью не более 200 м^2 строительными конструкциями или диафрагмами толщиной не менее 120 мм из НГ материалов по всей высоте утеплителя;

– утеплитель Г3 – Г4 должен быть защищен сверху НГ материалами толщиной не менее 50 мм (строительный раствор, минвата и т. д.), а утеплитель Г1 – Г2 - толщиной не менее 30 мм;

– если площадь в пределах чердака, на которой расположен утеплитель Г3 – Г4 более 1000 м^2, то чердачное пространство должно быть защищено СПС и ВПВ, а при отсутствии в здании ВПВ — на чердак необходимо проложить сухотрубы для подключения к пожарной технике. Для утеплителя Г3 – Г4 данная величина площади принимается 2000 м^2.

3. Места пересечения инженерными коммуникациями горючих утеплителей, смонтированных на чердачных перекрытиях, должны быть выполнены из НГ материалов. Границы этих материалов должны быть больше границ коммуникаций не менее чем на 300 м в каждую сторону для утеплителей Г3 – Г4 и не менее 200 мм для утеплителей Г1 – Г2.

4. При транзитной прокладке кабелей и проводов через горючие утеплители они должны быть проложены в металлических трубах или коробах из НГ материалов.

5. При транзитной прокладке горючих трубопроводов или негорючих трубопроводов в горючей изоляции через горючие утеплители они должны быть проложены в коробах из НГ материалов.

При актуализации требований по ограничению пожарной опасности материалов в составе строительных конструкций зданий необходимо также учитывать, что действующие нормативные документы не ограничивают возможность применения утеплителей группы горючести Г3 и Г4 (в том числе полимерных утеплителей) в конструкциях покрытий зданий с зальными помещениями с массовым пребывание людей, в том числе вместимостью в несколько тысяч человек.

С учетом этого представляется целесообразным внести следующие дополнительные требования в [4]:

1. Применение горючих теплоизоляционных материалов группы горючести Г3 – Г4 в составе покрытий в зданиях классов функциональной пожарной опасности Ф2.1 с общей вместимостью более 2500 чел. в пределах пожарного отсека не допускается.

2. Применение горючих теплоизоляционных материалов группы горючести Г3 – Г4 в составе покрытий в зданиях классов функциональной пожарной опасности Ф2.1 с общей вместимость не более 2500 чел. в пределах пожарного отсека допускается при обеспечении пределов огнестойкости конструкций покрытия не менее R 30 для ферм и балок и RE 30 для настилов.

При этом максимально-допустимая площадь кровли, разделенная противопожарными поясами, должна быть не более 3000 м^2.

Нижний противопожарного слой пояса (под водоизоляционным ковром) должен выполняться из НГ материалов и пересекать основание под кровлю и теплоизоляцию, выполненную из материалов групп горючести Г3 и Г4, на всю толщину этих материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. Федер. закон Рос. Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ: принят Гос. Думой Рос. Федерации 4 июля 2008 г.: одобр. Советом Федерации 11 июля 2008 г. (в ред.Федер. закона от 14.07.2022 г. № 276-ФЗ) // КонсультантПлюс: сайт. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения: 02.09.2024).

2. ГОСТ 30403-2012 Конструкции строительные. Метод испытания на пожарную опасность.

3. ГОСТ 31251-2008 Стены наружные с внешней стороны. Метод испытаний на пожарную опасность.

4. СП 2.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты// Техэксперт: сайт. URL: https://docs.cntd.ru/document/565248963(дата обращения: 02.09.2024).

УДК 621.924

Д. А. Городжий[1], П. Ю. Жаков[2]
[1]Специальное управление ФПС № 23 МЧС России
[2]Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

К ВОПРОСУ О МЕТОДАХ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ПОЖАРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В данной статье рассматривается способ повышения долговечности колеса центробежного насоса ПН-40УВ с помощью технологии поверхностного пластического деформирования. Подобраны и обоснованы режимы обработки и преимущества метода дробеструйной обработки.

Ключевые слова: наклеп, дробеструйная обработка, стальной шарик, микротвердость, рабочее колесо насоса.

ON THE ISSUE OF METHODS FOR INCREASING THE DURABILITY OF FIRE EQUIPMENT PARTS

D. A. Gorodzhiy, P.Y. Zhakov

This article discusses a way to increase the durability of the PN-40UV centrifugal pump wheel using surface plastic deformation technology. The processing modes and advantages of the shot blasting method are selected and justified.

Key words: riveting, shot blasting, steel ball, microhardness, pump impeller.

В борьбе с пожарами и стихийными бедствиями пожарная и специальная аварийно-спасательная техника играет весьма важную роль. Надежность любого механизма, оборудования, машины во многом зависит от надежности каждой детали, входящей в состав механизма. Надежность и долговечность отдельно взятой детали обуславливается целым рядом факторов: качеством использованных материалов, точностью изготовления детали, технологией упрочняющей обработки, качеством смазочного материала и т.п.

В пожаротушении одним из важнейших видов оборудования являются насосы, которые предназначены для транспортировки огнетушащих веществ в очаг пожара. В настоящее время наиболее часто используются центробежные насосы.

Интенсивно используемая пожарная насосная техника подвержена негативным воздействиям целого ряда факторов, таких как: кавитация, коррозия, абразивный износ, неустановившийся режим работы, вибрации и др. Все перечисленные факторы приводят к существенному повышению интенсивности изнашивания трущихся поверхностей деталей насосов. Обычно

© Городжий Д. А., Жаков П. Ю., 2024

насосы выходят из строя из-за износа деталей, которые контактируют с абразивными частицами (песок, ил, и др.) и перекачиваемой жидкостью. Следует отметить, что центробежные насосы работают в достаточно тяжелых условиях, поэтому для изготовления рабочих колес (рис.1а) до сих пор используют перлитный чугун марки СЧ 24-44. Данный чугун, предназначенный для изготовления деталей, работающих на износ в условиях больших давлений, и имеет пониженное содержание углерода. Механические свойства чугуна СЧ 24-44 достаточно высокие: предел прочности при растяжении составляет 240 МПа , а предел прочности при изгибе 440 МПа. Однако, после изготовления рабочих колес насосов из чугуна методом литья, качество поверхности такого изделия будет крайне неудовлетворительным (рис. 1б). То есть поверхностный слой нового колеса согласно шкале шероховатости обладает грубой шероховатостью, которая отрицательно влияет на прочность, так как впадины неровностей поверхности, по существу являются готовыми концентраторами напряжений и которые приводят к образованию усталостных трещин в условиях циклических и знакопеременных нагрузок.

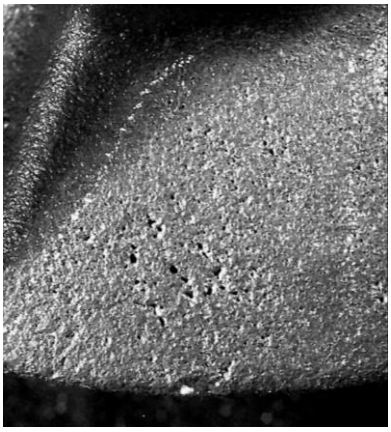


Рис. 1. Рабочее колесо насоса ПН-40УВ:
а — внешний вид рабочего колеса; б — поверхность чугунной крыльчатки

Существует множество традиционных методов упрочнения поверхностных слоев деталей, таких как: поверхностная закалка, химико-термическая обработка (цементация, азотирование, борирование и т.д.), наплавка, гальванические методы и другие. Большинство методов упрочнения позволяют управлять только некоторыми параметрами, необходимыми для повышения износостойкости. Поэтому, для достижения наилучших результатов, часто требуется комбинирование различных методов упрочнения или разработка новых подходов к обработке конструкционных материалов. Входе исследований был проведен сравнительный анализ различных методов упрочняющей обработки. На основании проведенного анализа был сделан ввод, что наиболее рациональным, эффективным и недорогим методом упрочнения рабочих колес центробежных насосов является метод поверхностного

пластического деформирования (ППД) – дробеструйная обработка. С помощью данного метода можно обрабатывать сложные поверхности, например, рессоры, валы, пружины, зубчатые колеса, шаровые опоры и другие детали типа тел вращения [1–3].

Данный метод используется для увеличения усталостного ресурса деталей путем повышения их устойчивости к поверхностному растрескиванию и другим формам износа. Важнейшей особенностью технологии дробеструйного упрочнения является ее способность давать одинаковые результаты при больших объемах производства, не требуя дополнительной оснастки или перепрограммирования оборудования между партиями [3]. Метод дробеструйной обработки позволяет изменить целый ряд характеристик поверхностного слоя детали: повысить плотность дислокаций в упрочненном слое, измельчить исходную структуру, повысить величину твердости поверхности, уменьшить величину шероховатости, повысить износостойкость деталей пожарной техники и сопротивление схватыванию и увеличить предел выносливости [4, 5, 6].

Для упрочнения поверхности рабочего колеса насоса ПН-40УВ были исследованы следующие режимы обработки, а именно: диаметр, применяемой стальной дроби, угол атаки и расстояние от ротора до поверхности детали. Обработка производилась на дробеметном барабане с резиновым подом Российского производства.

После проведенных экспериментов выяснили, что наиболее эффективные результаты получаются при обработке рабочего колеса насоса стальной дробью, расход которой в 30÷60 раз меньше, чем чугунной. Чугун материал хрупкий, поэтому чугунная дробь нередко раскалывается при соударении с деталью. Кроме того, возможная максимальная скорость стальной дроби в 1,5…2 раза выше, по сравнению со скоростью чугунной дроби.

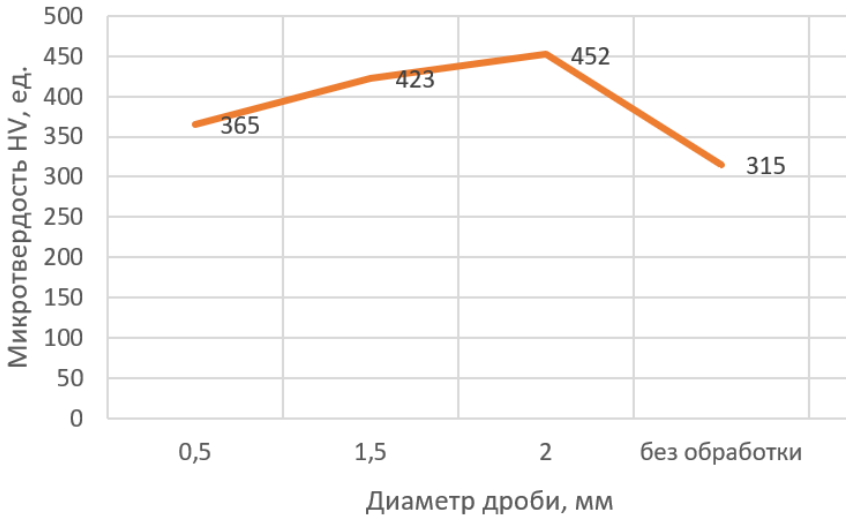


Рис. 2. Гистограмма изменения микротвердости HV в зависимости от диаметра дроби

На рис. 2 представлена гистограмма изменений микротвердости (HV) поверхности рабочего колеса пожарного насоса ПН-40УВ после дробеструйной обработки стальной дробью различного диаметра: 0,5 мм, 1,5 мм и 2, 0 мм.

Исходя из данных гистограммы можно сделать вывод, о том, что дробь диаметром 0,5 мм имеет небольшую кинетическую энергию и поэтому при ударе о микронеровности на поверхности детали создает незначительную величину наклепа, в следствии чего твердость поверхности повышает незначительно. Однако, как показал эксперимент, дробь небольшого диаметра лучше проникает во всевозможные пазы и полости детали. При использовании дроби диаметром 0,5 мм получается менее шероховатая поверхность. Дробь диаметром 2,0 мм имеет достаточно большую кинетическую энергию и при обработке рабочего колеса на поверхностном слое за счет наклепа создает микротвердость в HV 452, т.е. микротвердость поверхности повысилась на 43 % по сравнению с микротвердостью необработанной поверхности (HV 315).

Кроме диаметра дроби и угла вылета дроби из сопла дробеструйной установки на твердость поверхностного слоя детали влияет параметр расстояния от сопла до обрабатываемой поверхности. При дробеструйной обработке необходимо найти рациональное расстояние от сопла до обрабатываемой поверхности для эффективного сочетания интенсивности упрочнения и диаметра факела из стальной дроби.

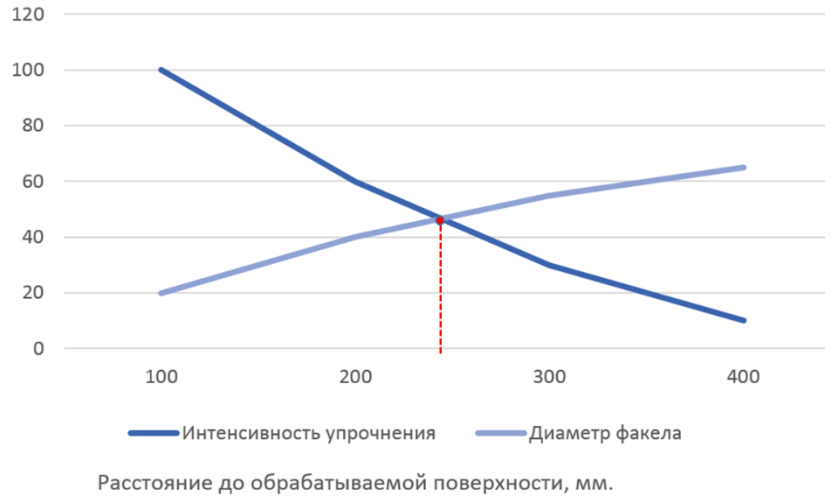


Рис. 3. График зависимости интенсивности упрочнения поверхности детали от диаметра факела из стальной дроби

Как видно из графика, представленного на рис. 3 при уменьшении расстояния от сопла до детали возрастает интенсивность упрочнения, но одновременно уменьшается диаметр факела дроби, а, следовательно, и площадь обрабатываемой поверхности. Это приводит к увеличению времени обработки одной детали и расходу запаса стальной дроби. Из пересечения двух кривых на рисунке 3 видно, что рациональным расстоянием от сопла до детали является

расстояние 230–250 мм. При увеличении расстояния от сопла дробеметной установки до поверхности обрабатываемой детали также скажется негативно на процессе обработки. Это связано с тем, что с увеличением расстояния обработки будет увеличиваться диаметр факела, а интенсивность упрочнения будет снижаться за счет снижения количества ударов дробин на единицу площади.

Кроме того, помимо повышения твердости и прочности поверхностного слоя рабочего колеса насоса ПН-40УВ в результате поверхностной пластической деформации также была снижена шероховатость поверхности. Шероховатость поверхности — важный показатель в технической характеристике изделий, влияющий на эксплуатационные свойства деталей машин — износостойкость, усталостную прочность и коррозионную стойкость.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Степанова, Т.Ю. Технологии поверхностного упрочнения деталей машин: учебное пособие/ Т.Ю. Степанова; Иван. гос. хим.технол. ун-т.-Иваново, 2009. - 64с.

2. Городжий, Д. А. К вопросу о применении магнитно-импульсной обработки для упрочнении рабочего колеса центробежного насоса / Д. А. Городжий, П. В. Пучков // Надежность и долговечность машин и механизмов : Сборник материалов XIV Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 13 апреля 2023 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2023. – С. 333-336.

3. Жуков, В. Е. К вопросу о зарождении трещин в низкоуглеродистой стали при ударных нагрузках / В. Е. Жуков, П. В. Пучков // Надежность и долговечность машин и механизмов : Сборник материалов XIV Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 13 апреля 2023 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2023. – С. 65-68.

4. Городжий, Д. А. Повышение ресурса колеса центробежного насоса методами упрочняющей обработки / Д. А. Городжий, П. В. Пучков // 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. 336-340.

5. Пучков, П. В. Способ индикации усталостного разрушения тяжелонагруженных валов машин и механизмов / П. В. Пучков // Трибология и проблемы МЧС России : Сборник материалов международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию образования гражданской обороны, Иваново, 20–21 октября 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. 83-86.

6. Повышение износостойкости валов диффиренциалов за счет применения технологии алмазного выглаживания / П. В. Пучков, В. П. Зарубин, В. В. Киселев [и др.] // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2022. – № 4(72). – С. 55-61.

УДК 614.842

А. П. Губанов, А. О. Борисов, В. Д. Цугунов
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПЕНООБРАЗОВАТЕЛИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ

В статье рассмотрены виды огнетушащего вещества применяемых в подразделениях пожарной охраны для тушения пожара. Разобраны основные методы заправки пожарного автомобиля огнетушащим веществом. Детально рассмотрены виды и маркировки пенообразователей для различных видов пожаров.

Ключевые слова: воздушно-механическая пена, огнетушащее вещество, пенообразователь, подразделения пожарной охраны, пожар.

A. P. Gubanov, A. O. Borisov, V. D. Tsugunov

FOAMING AGENTS USED IN FIRE PROTECTION UNITS

The article considers the types of fire extinguishing agents used in fire protection units to extinguish a fire. The basic methods of refueling a fire truck with a fire extinguishing agent have been analyzed. The types and markings of foaming agents for various types of fires are considered in detail.

Keywords: air-mechanical foam, fire extinguishing agent, foaming agent, fire protection units, fire.

© Губанов А. П., Борисов А. О., Цугунов В. Д., 2024

Ежедневно на территории Российской Федерации происходит более 1500 пожаров [1]. Согласно статистике за 2023 год в России зарегистрирован 360891 пожар, ущерб от которых составил около 22,179 млрд рублей, а своевременность и эффективность тушения пожаров и проведения связанных с ним аварийно-спасательных работ зависит в том числе от быстроты, и своевременной заправки автомобилей огнетушащими веществами.

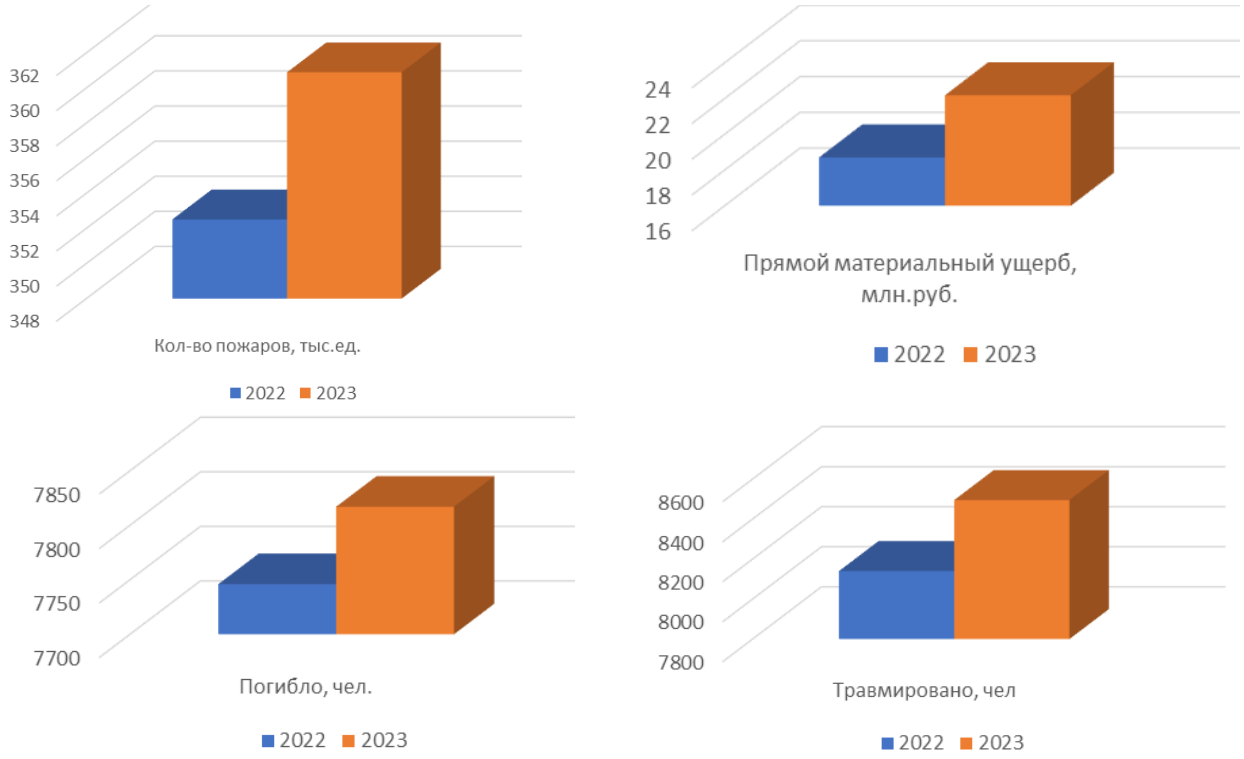


Рис. 1. Сравнительный анализ основных показателей обстановки с пожарами за 2022–2023 гг. [1]

Для проведения боевых действий по тушению пожаров, спасения людей, достижения локализации и ликвидации пожара в кратчайшие сроки на место вызова направляются подразделения пожарной охраны на основном пожарной автомобиле. В большинстве случаев, в условиях городской среды, подразделения пожарной охраны прибывают на пожарных автоцистернах, и автомобилях первой помощи.

Конструкции данных пожарных автомобилей подразумевают наличие на них емкостей с огнетушащими веществами, а именно цистерн с водой и пенобаков — для хранения пенообразователя. Процесс заправки цистерны с водой банально прост. Есть 2 основных варианта заправки цистерны с водой:

1. Забор воды из открытого водоисточника.

Для реализации данного способа необходимо найти безопасное место для подъезда пожарного автомобиля к водной акватории (зачастую это пирсы). Далее подготовить всасывающие рукава диаметром 125 мм или 150 мм. Соединить пожарные рукава между собой, к одному концу рукавной линии присоединить всасывающую сетку, а другой конец рукавной линии присоединить к всасывающему патрубку пожарного насоса. После проведенных операции необходимо запустить пожарный насос и начать процесс заполнения цистерны водой (рис. 2).

Рис. 2. Забор воды из открытого водоисточника всасывающим рукавом

Помимо этого, данный способ заправки пожарного автомобиля можно осуществлять с помощью использования гидроэлеватора (рис. 3). Принципиально данный способ незначительно отличается от вышеизложенного.

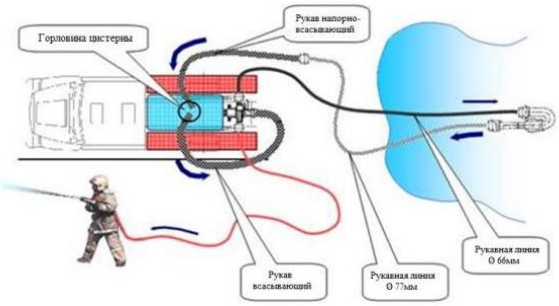


Рис. 3. Использование гидроэлеватора

2. Забор воды от водопроводной сети (рис. 4).

Данный способ заправки более удобен тем, что устройств на водопроводной сети, позволяющих подключать пожарно-техническое вооружение значительно больше.

Для забора воды из водопроводной сети необходимо 2 пожарных рукава и 1 пожарная колонка.

Рис. 4. Забор воды от водопроводной сети

Нередко, подразделения пожарной охраны выезжают на тушение пожара класса В, а именно тушение пожаров горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ. Наиболее эффективное огнетушащее вещество в данном случае выступает воздушно-механическая пена. В свою очередь, пена — это дисперсная система, состоящая из ячеек — пузырьков воздуха (газа), распределённых пленками жидкости, содержащей концентрированный водный

раствор стабилизатора пены (поверхностно-активного вещества), образующий при смешении с водой рабочий раствор пенообразователя или смачивателя [3]. Рабочая концентрация пенообразователя составляет от 0,5 % до 6 %, смачивателя – от 0,1 % до 3 %.

Пенообразователи, используемые для получения воздушно-механической пены различной кратности по химическому составу, подразделяют на:

- Синтетические фторсодержащие типа AFFF, AFFF/AR-LV (рис. 5);
- Протеиновые фторсодержащие типов FP, FFFP, FP/AR и FFFP/AR;
- Синтетические углеводородные типов S, S/AR [3].

Рис. 5. Синтетический фторсодержащий пенообразователь

Обширность и стабильность производств пенообразователей в Российской Федерации позволяет реализовывать высококачественные пенообразователи различного назначения во всех сферах промышленности, при использовании как подразделениями МЧС России и Минобороны России, так и в современных автоматических система пожаротушения и строительстве.

Пенообразователи применяемые в целях пожаротушения приведены в таблице.

Таблица. **Пенообразователи применяемы в целях пожаротушения**

№ п/п	Пенообразователь	Применение
1.	Общего назначения «ПО-1», «ПО-3», «ПО-6»	Для тушения пожаров классов А и В, в том числе нефти и нефтепродуктов
2.	Специального назначения «нефтяной»	Для тушения нефти и нефтепродуктов с повышенным огнетушащей способностью и устойчивость пены
3.	Специального назначения «Морозостойкий»	Для северных регионов с пониженной температурой замерзания (до -45 °С)
4.	Специального назначения «Морской»	Для объектов морского флота с использованием речной забортной воды, сертифицирован Речным Регистром Судоходства
5.	Специального назначения «Авиационный»	Для объектов авиации и аварийного покрытия ВПП для тушения пожаров на объектах авиации
6.	Специального назначения «Пленкообразующий»	Фторсодержащий, для подслойного и поверхностного тушения нефти и нефтепродуктов
7.	Специального назначения «Универсальный» AFFF-AR класса	Для тушения всех типов ЛВЖ, в том числе спиртов и полярных жидкостей

Пенообразователь для пожаротушения «ПО-6» — самый распространённый в России «пожарный» пенообразователь, имеющий различные конфигурации в зависимости от объекта применения и климатического исполнения (ПО-6ТС, ПО-6НП, ПО-6НП-М, ПО-6РЗ и т.д.).

Пенообразователи серии «СП» (ПО-6СП, ПО-6СПС, ПО-6СПМ и др.) — одни из самых эффективных пенообразователей общего и целевого назначения. Морозостойкость до -40°С, для приготовления рабочего раствора используется 6 % и 3 % концентрация.

«Морской» пенообразователь, применяемый на основе морской воды («ПО-6СПМ») поставлен на вооружение ВМФ и закупается ежегодно для федеральных государственных нужд Минобороны России. Среди постоянных потребителей — морские, речные пассажирские пароходства, судостроительные и судоремонтные заводы, предприятия морского и речного нефтегазового комплекса, подразделения МЧС и пожарных служб.

Фторсинтетические пленкообразующие пенообразователи AFFF класса ПО-6AFFF и ПО6AFFF НК известны своим эффективным подслойным и поверхностным тушением нефти и нефтепродуктов с образованием водной тонкой пленки на поверхности горящей жидкости и огнетушащей пены низкой, средней и высокой кратности. Широко применяется в системах стандартного и подслойного пожаротушения в резервуарах и резервуарных парках на объектах нефтегазового и нефтехимического комплексов.

И, наконец, универсальный спиртоустойчивый пенообразователь международного AR-AFFF класса «Авангард» — для тушения всех типов ЛВЖ — благодаря своей универсальности и высокой эффективности успешно поставляется на современные промышленные предприятия как аналог дорогим европейским и американским пенообразователям (1 %, 3 %, 6 % AR-AFFF foam liquid (foam concentrate), alcohol-resistant freez-protected type).

Как правило, поступающий в подразделения пенообразователь поставляется в емкостях объемом 1 м^3 (рис. 5). После чего личный состав подразделения пожарной охраны происходит заправка из емкости объемом 1 м^3 в пенобак пожарного автомобиля.

Анализ технических возможностей по заправке пенобака пожарной автоцистерны показал, что на практике реализовано два способа [4–6].

Первый подразумевает заполнение емкости через горловину с помощью обычного ведра. Простота данного способа заключается в том, что нет необходимости использовать специальное оборудование. Но в тоже время, такой способ требует больших временных и трудовых затрат. Также при переливании пенообразователя в пенобак будет происходить вспенивание пенообразователя в виду соударения пенообразователя с твердой поверхность бака

Второй подразумевает использование промежуточного насоса для заполнения пенобака. Этот способ является более универсальным, но требует дополнительных затрат на приобретение промежуточного насоса для перекачки

пенообразователя, однако, имеется недостаток, который заключается в том, что данный насос работает от электричества, что в значительной мере лишает его автономности и универсальности. Так же вследствие агрессивного воздействием пенообразователя на узлы и механизмы насоса он может быстро выйти из строя из-за коррозии

Данная проблематика рассматривалась в работах [4–6], что подтверждает актуальность проблемы.

Таким образом, для проведения эффективных действий по тушению пожаров и спасению людей в кратчайшие сроки подразделения пожарной охраны используют различные виды огнетушащих веществ. В частности, для тушения пожаров класса В используют воздушно-механическую пену, получаемую за счет смешения раствора пенообразователя и воздуха. В зависимости от объекта применения, климатических условий и используемой воды для получения воздушно-механической пены, пенообразователи подразделяют на общие и специальные назначения. Процесс заправки пожарных автомобилей пенообразователями трудозатратный процесс, требующий детального изучения, улучшения самого процесса и сокращения времени заправки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: информ.- аналитич. сб.П 46 Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. 110 с

2. Приказ МЧС России от 16 октября 2017 года №444 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющий порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ»

3. ГОСТ Р 50588-2012 Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний.

4. Семенов А.Д. Влияние способа заправки пенобака на время приведения пожарного автомобиля в готовность после пожара / Семенов А.Д., Бочкарев А.Н., Кнутов М.С. // Сборник материалов «Современные проблемы гражданской защиты». 2020. №4(37). С. 143-150

5. Губанов А.П. Актуальные проблемы устройства пожарных автомобилей, влияющие на восстановление боеготовности подразделения пожарной охраны/ Губанов А.П., Семенов А.Д., Бочкарев А.Н., Д.С. Катин // Сборник материалов XV Всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 2024. С. 56-60

6. Губанов А.П. Проблема увеличения времени восстановления боевой готовности подразделений пожарной охраны /Губанов А.П. // Сборник материалов «Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации». 2024. С.49-53

УДК 614.83

М. А. Гусев, А. Х. Салихова, П. С. Тюриков
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОБЗОР ПОЖАРОВ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ И ВЫЯВЛЕНИЕ ПРОБЛЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Проведён обзор самых крупных пожаров на производственных объектах, на основе обзора описаны опасности и основные причины возникновения пожаров на производственных объектах, выявлены проблемы обеспечения пожарной безопасности производственных объектов.

Ключевые слова: пожар, производственный объект, локализация пожара, ликвидация пожара, опасные факторы пожара, сопутствующие проявления опасных факторов пожара, огневые работы.

M. A. Gusev, A. H. Salikhova, P. S. Tyurikov

REVIEW OF FIRE AT PRODUCTION FACILITIES AND IDENTIFICATION OF PROBLEMS OF ENSURING FIRE SAFETY OF PRODUCTION FACILITIES

A review of the largest fires at production facilities was carried out, based on the review, the hazards and main causes of fires at production facilities were described, problems of ensuring fire safety of production facilities were identified.

Key words: fire, production facility, fire localization, fire elimination, fire hazards, accompanying manifestations of fire hazards, hot work.

В 2018 году в Российской Федерации всего произошло 131840 пожаров. В другие годы этот показатель составил: 471426 пожаров — в 2019, 439306 — в 2020, 390764 – в 2021 и 352509 пожаров — в 2022 году. При этом в зданиях производственного назначения произошло: в 2018 году — 2813 пожаров (2,13 процента от общего количества пожаров в России), в 2019 году — 3546 (0,75 %), в 2020 году — 3438 (0,78 %), в 2021 году — 3589 (0,92 %), в 2022 — 1949 (0,55 %). Несмотря на то, что общее процентное соотношение указывает на небольшую долю пожаров на данных объектах от общего их количества, следует обратить внимание на большие показатели прямых материальных ущербов. Так, в 2020 году сумма материального ущерба на производственных объектах в процентах от общего числа прямого материального ущерба составила 34,17 %, в 2022 — 20,13 %.

© Гусев М. А., Салихова А. Х., Тюриков П. С., 2024

Ниже будет приведён обзор самых крупных пожаров на производственных объектах.

9 января 2019 года в селе Покровка, Новосергиевского района Оренбургской области, произошёл пожар на заводе промышленного цинкования. По данным следствия, загорелась сушильная печь. Сообщение о возгорании поступило в 17:30. Пожару был присвоен второй повышенный ранг сложности. Никто не пострадал. Площадь пожара составила 7 тысяч квадратных метров. В 21:10 пожар локализован. По данным информагентства ТАСС, причиной пожара могло стать нарушение технологии производства.

11 июля 2019 года в городе Мытищи Московской области загорелась северная ТЭЦ-27. Загорелась станция высокого давления на территории ТЭЦ. Затем Минэнерго распространило информацию о возгорании цистерны с маслом. Позднее ведомство сообщило, что загорелся участок газопровода, примыкающий к ТЭЦ. Огнём было охвачено 1,4 тысячи квадратных метров, высота факела достигала 40 м. Пожару был присвоен третий ранг сложности. К тушению пожара привлекались вертолёты и пожарные поезда. В результате пожара погиб один человек, ещё 13 пострадали — у них диагностированы ожоги первой и второй степени тяжести. Причиной пожара стала изношенность трубы, которая привела к коррозии и разгерметизации газопровода.

22 декабря 2019 года в городе Уфа на предприятии «опытный завод Нефтехим» произошло возгорание в трёхэтажном кирпичном производственном здании. Площадь пожара составила около 2000 квадратных метров, повреждения получили производственное здание, склад сырья готовой продукции. Погибших и пострадавших нет. Причиной пожара стало загорания вещества, которым обрабатывают внутреннюю сторону труб от коррозии, в ходе технологического процесса.

19 сентября 2022 года в Ижевске загорелось предприятие по выпуску лаков и красок. Сообщение о пожаре поступило в 20:43. Пожар начался в помещении по производству лакокрасочных материалов. Площадь пожара превысила пять тысяч квадратных метров, произошло частичное обрушение кровли. Пожару был присвоен третий ранг сложности. В 5:45 была объявлена ликвидация пожара. Погибших и пострадавших нет. Ущерб составил около 500 000 000 рублей.

28 мая в Казани произошёл пожар на территории предприятия по производству синтетических моющих средств «Нэфис Косметикс». Сигнал поступил в 18:02. По прибытию первого подразделения, горела кровля трёхэтажного производственного здания. Пожару был присвоен второй ранг сложности. Пожар был локализован на площади 1,2 тысячи квадратных метров. В здании находились шесть человек, все самостоятельно покинули здание до прибытия пожарных подразделений. Пострадавших нет. Пожар удалось локализовать к 20:35. Полностью его ликвидировали спустя 50 минут. Причиной пожара стала неисправность электропроводки.

21 апреля 2022 года в городе Кинешма Ивановской области произошёл пожар на территории Дмитриевского химического завода. Загорелся цех по производству растворителей и красок. Сообщение о возгорании поступило в 08:55. Были эвакуированы более 140 человек. Пожар удалось локализовать на площади 1,5 тысячи квадратных метров. В результате пожара произошло обрушение металлического ангара, в котором хранились легковоспламеняющиеся жидкости. В результате пожара пострадал один человек: одна работница госпитализирована с ожогами около 30 % поверхности тела. Пожар на Дмитриевском химзаводе в Кинешме случился из-за электростатического разряда, который произошёл при разливе ацетона в пластиковую тару в цехе.

Как видно из данного обзора, пожары на производственных объектах опасны не только ввиду воздействия опасных факторов пожара, но и сопутствующих, таких как: осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; вынос высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара; воздействие огнетушащих веществ [2], так как зачастую тушение таких пожаров производится не водой, а пенами, порошками, аэрозолями и т.д..

Пожар на производственном объекте может возникнуть вследствие целого ряда причин, среди которых есть как технологические риски, так и человеческий фактор. В отличие от пожаров в жилых и административных помещениях, пожары в зданиях производственного назначения часто осложняются большой площадью объектов и наличием большого количества горючих объектов и материалов, среди которых могут быть в том числе и легковоспламеняющиеся, взрывоопасные, токсичные вещества.

Обзор предписаний органов ГПН по итогам плановых проверок состояния пожарной безопасности на промышленных предприятиях позволил нам составить перечень типовых нарушений, связанных с возможной причиной возникновения пожаров. Среди них отмечаются следующие:

- использование неисправного или не сертифицированного электрооборудования;
- нарушение правил противопожарного режима при проведении пожароопасных работ;
- нарушение правил противопожарного режима при обращении с огнем, в том числе курение в запрещенных местах;
- нарушение правил эксплуатации систем отопления.

Основными нарушениями, связанными с обеспечением безопасности людей, на производственных объектах являются:

- ненадлежащее содержание путей эвакуации и эвакуационных выходов;
- неисправное состояние, ненадлежащее техническое обслуживание автоматических систем обнаружения пожара и оповещения людей;
- ограничение в период хозяйственной деятельности работоспособности систем противопожарной защиты.

Типовые нарушения на производственных объектах, связанные с ограничением распространения пожара, следующие:

- отсутствие противопожарных дверей в дверных проемах пожароопасных помещений;
- выделение пожароопасных помещений преградами с ненадлежащим пределом огнестойкости;
- неисправность механизмов самозакрывания дверей в эвакуационных лестничных клетках и коридорах.

Типовыми нарушениями, связанными с необеспечением надлежащих условий тушения возможного пожара, в производственных и складских зданиях являются:

- недостаточное количество первичных средств пожаротушения, отсутствие пожарных рукавов и стволов в пожарных кранах;
- создание условий, препятствующих проезду и подъезду пожарной техники к объекту защиты;
- ненадлежащее содержание и обслуживание пожарных лестниц и ограждений кровли.

Соблюдение противопожарного режима и своевременное устранение нарушений требований пожарной безопасности на объектах промышленного сектора экономики исключают возможность возникновения пожаров и обеспечивают ограничение их последствий, тем самым повышается социально-экономическое благополучие государства [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: информационно-аналитический сборник. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. 80 с.

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

3. Салихова А.Х., Кулаков М.В., Леонтьев М.А. Анализ факторов вероятного возникновения и развития угроз промышленной безопасности предприятия. // Надежность и долговечность машин и механизмов. Сборник материалов XII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 15 апреля 2021 г. - Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021 – с. 337-342

УДК 662.61

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

ТОНКОСЛОЙНЫЕ АЭРОЗОЛЕОБРАЗУЮЩИЕ ПИРОЭЛЕМЕНТЫ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Разработана рецептура пиротехнического состава на основе отечественных компонентов и технология их формования в тонкослойные пироэлементы для получения во фронте горения мелкодисперсного огнетушащего аэрозоля с экологически чистым химическим составом и низкой температурой. В составы введены добавки, позволившие осуществить беспламенное горение тонкослойных пироэлементов и повысить огнетушащую эффективность предлагаемой технологии пожаротушения

Ключевые слова: огнетушащие пиротехнические изделия, тонкослойный пироэлемент, волокна, полисахариды, температура горения, пожар, аэрозоль

R. R. Dimukhametov, A. P. Sharova, A. A. Knutov, D. S. Ivanova, V. V. Plakhov, O. I. Beloborodova

THIN-LAYER AEROSOL-FORMING PYROELEMENTS FOR EXTINGUISHING CELLULOSE MATERIALS

A formulation of a pyrotechnic composition based on domestic components and a technology for molding them into thin-layer pyroelements have been developed to produce a finely dispersed fire extinguishing aerosol with an environmentally friendly chemical composition and low temperature in the combustion front. Additives were introduced into the compositions, which made it possible to carry out flameless combustion of thin-layer pyroelements and increase the fire extinguishing efficiency of the proposed fire extinguishing technology

Keywords: fire extinguishing pyrotechnic products, thin-layer pyroelement, fibers, polysaccharides, combustion temperature, fire, aerosol

В последнее время из-за повышения среднегодовой температуры на планете борьба с природными пожарами, особенно с лесными пожарами, является трудной и жизненно необходимой проблемой.

Горение леса и травяного покрова на большой площади легко переносится на близлежащие поселения, уничтожая промышленные и гражданские объекты. Особенно актуальна проблема профилактика и локализация лесных пожаров в горной местности, отдаленных и

© Димухаметов Р. Р., Шарова А. П., Кнутов А. А., Иванова Д. С., Плахов В. В., Белобородова О. И., 2024

труднодоступных районах Сибири, где не целесообразно использование механизированной техники.

Весьма перспективным является направление исследований по разработке автономных средств локализации горения, например генераторов огнетушащего аэрозоля, образующегося при горении пиротехнических аэрозолеобразующих составов (АОС). Основной специальный эффект применения АОС является в получении дисперсного аэрозоля в ходе цепной саморазвивающейся окислительно - восстановительная реакции в форме горения химически стабильных в исходном состоянии конденсированных веществ. Механизм тушения горения при помощи аэрозолеобразующих огнетушащих составов до настоящего времени детально не изучен. Основным эффектом замедления цепной химической реакции горения в очаге пожара является процесс химического ингибирования частицами дисперсного аэрозоля. Мелкодисперсные, высокоактивные за счет свежеобразованной поверхности частицы с размером от 1 до 5 мкм дисперсного аэрозоля тяжело подвержены седиментации и за счет движения воздуха очень длительное время могут находиться во взвешенном состоянии (рис. 1). За счет образования более мелких частиц дисперсного аэрозоля (большей удельной поверхности частиц), по сравнению с порошковым способом пожаротушения, в разы повышается эффективность применения данного способа локализации пожаров. Высокая огнетушащая способность и механизм действия аэрозолей АОС определяются комбинированным действием ряда взаимосвязанных процессов образования аэрозолей и их взаимодействием с пламенем.

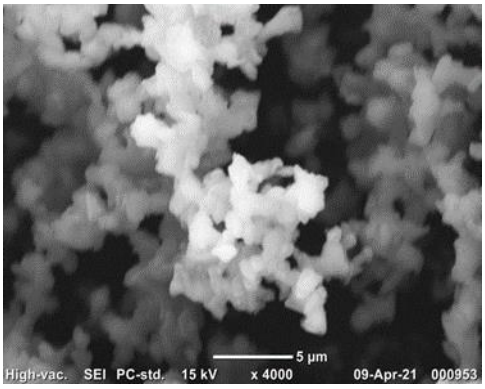


Рис. 1. Фото дисперсных частиц пиротехнического аэрозоля

В данное время в России имеется достаточный опыт создания АОС и использования их в средствах аэрозольного тушения в замкнутых объемах [1]. Однако при тушении с использованием АОС в открытых объёмах, особенно в полевых условиях опытные данные отсутствуют.

Работа направлена на разработку технологии тушения целлюлозных материалов в открытой местности при помощи процесса ингибирования свежеобразованных частиц АОС.

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

Горение твердых веществ подкласса А1 [2], сопровождаемое тлением, имеет ряд особенностей, которые необходимо учитывать при выборе способов и приемов прекращения горения (тушения очага):

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

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

3) низкая температура аэрозоля.

Анализ литературных данных [3] показал, что на традиционных органических горючих нельзя получить АОС, удовлетворяющие требованиям тушения горения твердых веществ подкласса А1, сопровождаемое тлением (уголь, древесина, текстиль и другие волокнистые материалы).

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

В ходе анализа процесса горения и аэрозолеобразования исследуемых АОС с полисахаридами позволил выбрать составы с беспламенным горением, которые были испытаны на огнетушащую способность. Эксперимент проводили в камере пожаротушения объемом Vк= 2,52 м^3, при чем дверцу камеры пожаротушения оставляли открытой, камера была не герметичной. В качестве модельных очагов пожара использовали локальные очаги возгорания — сухие целлюлозные материалы (трава, листва, хвоя, торф и т.п.).

В ходе проведенных в работе исследований предложены рецептуры аэрозолеобразующих огнетушащих пиротехнических составов состоящие из окислителя — нитрата калия, полисахаридов и технологических добавок.

Разработанные пиротехнические составы горят практически без пламени, а выделяемый дисперсный аэрозоль обладает высокой пожаротушащей способностью.

Рис. 2. Фото тушения тонкослойным аэрозолеобразующим огнетушащим пироэлементом сухой травы в камере пожаротушения

Предложена конструкция тонкослойного пироэлемента (рис. 2) и технология его формования на основе разработанных аэрозолеобразующих огнетушащих составов и технология тушения целлюлозных материалов. Проанализирована устойчивость горения тонкослойных пироэлементов, оценен специальный эффект разработанных АОС на процесс тушения целлюлозных материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аэрозольное пожаротушение: монография / В. Н. Емельянов, И. А. Абдуллин, Н. Е. Тимофеев [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВО КНИТУ. - Казань: Бриг, 2016. - 227 с.

2. Символы классов пожаров. ГОСТ 27331-87. Пожарная техника. Классификация пожаров, от 23 июня 1987 г.

3. Гришин А.Н., Голованов А.Н., Суков Я.В. Экспериментальное определение технофизических, термокинетических и фильтрационных характеристик торфа // Инженерно-физический журнал. 2006. Т. 79. № 3. С.131-136.3.

УДК 621

Н. Д. Жерехов, В. Е. Иванов
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

АНАЛИЗ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ

В работе проводится анализ современных робототехнических устройств применяемых для тушения пожаров. При проведении анализа рассматривались роботы с гусеничным типом движителя.

Ключевые слова: робот, пожар, тушение, шасси, устройство

N. D. Zherekhov, V. E. Ivanov

ANALYSIS OF ROBOTIC DEVICES USED FOR FIRE EXTINGUISHING

The paper analyzes modern robotic devices used for fire extinguishing. During the analysis, robots with a caterpillar type of propulsion were considered.

Key words: robot, fire, extinguishing, chassis, device

© Жерехов Н. Д., Иванов В. Е., 2024

Современные разработки в области робототехники направлены на создание роботов с высоким качеством, надёжностью и широкими возможностями. Робот для тушения пожаров включают использование различных типов движителей: колесные, гусеничные, колесно-гусеничные, роторные и др. [1, 2]. Основные тенденции по развитию робототехники включают внедрение и совершенствование систем компьютерного зрения, искусственного интеллекта и современных сенсоров. Роботы могут быть оснащены функциями для своевременной эвакуации людей, мониторинга и оценки пожарной обстановки, контроля ситуации и устранения возгораний.

Дистанционно управляемые роботы используются для тушения пожаров в условиях, когда присутствие человека опасно или невозможно. Они оснащены манипуляторами и инструментами для тушения огня, а также системами видеонаблюдения и дистанционного управления [3]. Современные разработки в области робототехники для тушения пожаров направлены на создание роботов, которые будут обладать высокой эффективностью, безопасностью и автономностью [4].

Согласно исследованиям Международной федерации робототехники (International Federation of Robotics, IFR) за 2023 год на Китай пришелся 51 % всех новых внедрений промышленных роботов в мире и составило 276,3 тыс. устройств. Анализ был построен на основе статистических данных от поставщиков промышленных роботов из разных стран, а также информации, полученной от профильных национальных ассоциаций. Так как Китайская Народная Республика является одним из лидеров по производству робототехники, поэтому в основу анализа были взяты роботы для тушения пожаров, которые состоят на вооружении в Китае.

Guo Xing Intelligent специализируется на разработке и производстве специализированных роботов для различных секторов, включая реагирование на чрезвычайные ситуации, добычу полезных ископаемых и военное применение. Компания предлагает ряд роботов, предназначенных для тушения пожаров, добычи полезных ископаемых, обеспечения нефтехимической безопасности, обслуживания электросетей и военной логистики, предлагая решения, повышающие безопасность и эффективность во взрывоопасных средах. Guo Xing Intelligent в первую очередь обслуживает такие сектора, как службы экстренной помощи, горнодобывающая промышленность, нефтехимическая промышленность, электроэнергетика и оборона.

Рассмотрим некоторые робототехнические устройства на гусеничном шасси для тушения пожаров, которые производит данная компания.

Взрывозащищенный робот-разведчик для обнаружения пожара RXR-C6BD-GX01 (рис. 1)

Рис. 1. Взрывозащищенный робот-разведчик для обнаружения пожара RXR-C6BD-GX01 (фотография взята из открытых источников)

Данный продукт представляет собой интеллектуального робота, разработанный и произведенный в соответствии со взрывозащищенным стандартом GB3836-2010. Он может заменить пожарных и спасателей при выходе на место ЧС, которое представляет собой опасность для здоровья и жизни людей, например, легковоспламеняющиеся и взрывоопасные вещества, токсичные вещества, густой дым и т.д., Робот позволяет проводить разведку местности, так как оснащен камерой кругового обзора, сенсорами для определения 6 видов токсичных и горючих газов. Простая конструкция корпуса обеспечивает большую устойчивость, а сочетание с мощным двигателем-редуктором постоянного тока делает преодоление препятствия особенно простым. Области применения: пожарно-спасательные подразделения; горнодобывающие предприятия; предприятия по производству опасных химических веществ; склады, порты с легковоспламеняющимися и взрывоопасными продуктами. Основные характеристики робота: размеры (1600x900x1400 мм), защита (IP67), дистанция управления (1000 м), автоматический объезд препятствий, угол подъема (38°).

Противопожарный робот RXR-M40D-880T представлен на рис. 2.

Рис. 2. Противопожарный робот RXR-M40D-880T
(фотография взята из открытых источников)

Противопожарный робот RXR-M40D-880T может заменить пожарных и спасателей при входе на опасные и сложные объекты и эффективно обеспечивать тушение пожара. Уникальная конструкция корпуса делает работу робота более стабильной и подходящей для любой местности. Робот оснащен функциями предотвращения опрокидывания, столкновений и самоохлаждения. Основные характеристики робота: размеры (1237x931x1063 мм), защита (IP67), дистанция управления (1000 м), номинальная производительность подачи насоса (40 л/с), время работы (3 часа), дальность подачи воды (65 м). Возможности: сбор информации по 4-канальной видеосвязи вокруг робота и передача удаленно в центр управления; определение концентрации легковоспламеняющихся газов, температуры пожара и влажности; светозвуковая сигнализация; самоохлаждение водяной завесой, защита от опрокидывания, защита от столкновения; двойная светодиодная система освещения.

Следующий работ RXR-M150GD для тушения пожара является дизельным полноприводным на гусеничном шасси (рис. 3). Мощность двигателя 46 кВт. Такой робот обладает высокой проходимостью, так как оснащен широкими гусеницами, может вращаться на месте, проходить через узкие двери и отверстия в стенах. Может свободно перемещаться по лестнице. Области применения: пожары в туннелях общественного пользования (железных дорог), на станциях метро и в туннелях и т.д.; При крупномасштабных авариях с отравляющими газами и дымом, а также опасных пожарах при которых имеется угроза здоровью и жизни пожарных.

Рис. 3. Робот для тушения пожара RXR-M150GD
(фотография взята из открытых источников)

Основные характеристика робота: оснащен пожарным насосом с расходом воды (150 л/с), дальность подачи воды (95 м); для получения видеоизображения применяется камера с обзором 360 градусов, которая передает информацию в центр управления. Для обеспечения безопасной работы имеются сигнализаторы температуры моторного и гидравлического масла, низкого давления масла, засорения масляного и воздушного фильтров, низкого напряжения аккумулятора. Емкость топливного бака составляет 80 л. Дальность связи 1 км.

На всех рассмотренных роботах применяются системы управления с искусственным интеллектом. Роботы для разведки и тушения пожаров используются для повышения эффективности и безопасности при тушении пожаров, особенно в труднодоступных или опасных местах [5]. Они помогают проводить разведку, обнаруживать очаги возгорания и подавать огнетушащие вещества прямо в зону пожара.

Проведенный анализ позволяет определить необходимое оснащение при проектировании роботов для тушения пожаров, габаритные размеры, тип движителя, и другие параметры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киселев, В. В. Разработка разведывательного робототехнического комплекса легкого класса с возможностью установки различной полезной нагрузки / В. В. Киселев, А. В. Топоров, В. Е. Иванов // Пожарная безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения : Материалы Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 14 апреля 2020 года / Составители Т.В. Мусиенко, В.А. Онов, Н.В. Федорова. Том 1. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской

Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2020. – С. 67-69.

2. Топоров, А. В. Мобильный робот с элементами модульной компоновки / А. В. Топоров, В. Е. Иванов, В. П. Зарубин // Актуальные проблемы пожарной безопасности : тезисы докладов XXX Международной научно-практической конференции, Ногинск, 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. 545-547.

3. Патент на полезную модель № 165103 U1 Российская Федерация, МПК A62C 27/00. Гусеничная пожарная машина : № 2015146347/12 : заявл. 27.10.2015 : опубл. 10.10.2016 / И. А. Малый, И. Ю. Шарабанова, О. И. Орлов [и др.] ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России).

4. Киселев, В. В. Конструирование робототехнического комплекса легкого класса на основе модульной компоновки для мониторинга, разведки и тушения загораний / В. В. Киселев, В. Е. Иванов // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2021. – № 11. – С. 483-485. – DOI 10.36652/0202-3350-2021-22-11-483-485.

5. Мобильный роботизированный комплекс пожаротушения модульной компоновки / В. Е. Иванов, В. П. Зарубин, П. В. Пучков, А. В. Топоров // Современные пожаробезопасные материалы и технологии : сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной Году культуры безопасности, Иваново, 19 сентября 2018 года. Том Часть 1. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. – С. 286-288.

УДК 699.812:666.972.16+691.6

В. Е. Жуков, С. Н. Ульева, А. Л. Никифоров
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПОИСК ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ РАЗЛАГАЮЩИХСЯ С ВЫДЕЛЕНИЕМ КИСЛОРОДА

В данной статье поднимается проблема гибели личного состава подразделений пожарной охраны. Описаны дыхательные аппараты, стоящие на вооружение пожарной охраны их принцип действия и рассмотрены вещества, которые могут быть использованы в разработке устройства, которое даёт шанс выжить газодымозащитнику, в том случае если закончится воздух в дыхательном аппарате.

© Жуков В. Е., Ульева С. Н., Никифоров А. Л., 2024

Ключевые слова: пожар, газодымозащитник, новизна, безопасность, альтернативные вещества.

V. E. Zhukov, S. N. Uleva, A. L. Nikiforov

SEARCH FOR CHEMICAL COMPOUNDS DECOMPOSING WITH THE RELEASE OF OXYGEN

This article raises the problem of the death of personnel of fire protection units. The breathing apparatus used by the fire department is described, their principle of operation is described and substances that can be used in the development of a device that gives a chance to survive to a gas and smoke defender if the air in the breathing apparatus runs out are considered.

Key words: fire, smoke detector, novelty, safety, alternative substances.

Каждый год на пожарах в нашей стране, как и во всем мире гибнет большое количество людей. Кроме того, на пожарах также ежегодно гибнет от 8 до 27 пожарных в год. Из этого числа довольно большой процент приходится на гибель в следствии невозможности покинуть непригодную для дыхания среду (далее НДС) из-за нехватки воздуха в аппарате или в том случае если газодымозащитник был отрезан огнем от звена и у него не хватило воздуха дождаться помощи или найти другой выход из НДС.

Существующие регенеративные патроны имеет несколько недостатков: при их работе прошедший через них восстановленный воздух имеет высокую температуру, излишне высокое содержание кислорода, что в дальнейшем негативно сказывается на физическом состоянии пожарного, а также добавляет громоздкости самому изолирующему устройству. В связи с этим разработка устройства, позволяющего газодымозащитнику с помощью комбинированного регенеративного патрона создать дополнительное время защитного действия для средств индивидуальной защиты органов дыхания.

На вооружение газодымозащитной службы в Российской Федерации на данный момент используется два типа средств индивидуальной защиты органов дыхания: дыхательный аппарат на сжатом воздухе (далее ДАСВ) и дыхательный аппарат на сжатом кислороде (далее ДАСК). Оба они имеют ряд преимуществ и ряд ограничений. ДАСВ является наиболее распространённым, но как раз он имеет ограничение по времени работы. Следовательно, необходимо разработать дополнительное устройство или усовершенствовать дыхательный аппарат таким образом чтобы дать возможность газодымазитнику покинуть опасную зону при форс-мажорных обстоятельствах. Целью первого этапа настоящей работы является поиск химических соединений, способных выделять кислород, который в дальнейшем будет использован в замкнутом цикле дыхания.

При этом следует учесть тот факт, что пригодная для дыхания смесь не должно содержать опасных химических соединений, способных нанести вред здоровью и содержащая не менее 16 % кислорода. Согласно С. А. Брандис [1]

наиболее подходящая для дыхания в условиях чрезмерных нагрузок непродолжительного времени необходима дыхательная смесь газов с содержанием кислорода 35–50 %. При таком проценте кислорода за небольшой промежуток времени не успевает происходить угнетение коры полушарий головного мозга, а наоборот за счет увеличения гемоглобина происходит более быстрое насыщение клеток кислородом. Если концентрация кислорода будет больше 50 %, процессы окисления в организме будут протекать с более высокой скоростью, что негативно отразиться на состоянии здоровья и работоспособности газодымозащитника.

Существующие изолирующие противогазы имеют ряд недостатков: сопротивление дыханию до 25–30 мм. водяного столба, вдыхание разогретой газовоздушной смеси, вредное влияние лицевой части противогаза на органы чувств. Недопустимость применения больше 8 часов подряд после этого требуется прекратить работы и дать организму отдохнуть.

Проведя анализ литературы [2–7], был определен ряд веществ, которые в результате химической реакции с углекислым газом или при разложении способны выделять кислород.

К соединениям, способным регенерировать выдыхаемый CO_2, относятся:

- надпероксид калия KO_2, взаимодействуя с влажным углекислым газом при комнатной температуре, применяется в российской космонавтике в качестве источника кислорода и поглотителя углекислого газа. Реакция протекает при нормальных условиях;
- пероксид натрия (Na_2O_2), данные вещества используется для регенерации воздуха на подводных лодках, различного рода подводных аппаратах. Реакция протекает в нормальных условиях;
- пероксид водорода (H_2O_2), взаимодействуя с углекислым газом, при наличии катализатора - оксида марганца (MnO_2) выделяет кислород;

Химические вещества, разлагающиеся с выделением кислорода, при наличии внешних воздействий (температура, влажность, наличие катализатора):

- разложение селитры (KNO_3, $NH4NO_3$);
- разложение пероксида водорода (H_2O_2);
- группа перхлоратов (лития, калия, натрия) способна при термическом разложении выделять кислород.

Однако данные реакции протекают при достаточно высоких температурах, что делает невозможным их использование для решения поставленной задачи.

На основании проведенного анализа можно сделать следующий вывод: наиболее пригодными соединениями, которые могут быть использованы в нашей работе, являются пероксид водорода, пероксид натрия, надпероксид калия так как они общедоступны, не представляют угрозы здоровью человека, имеют низкую стоимость и способны при разложении выделять достаточное количество кислорода для регенерации дыхательной смеси.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандис С.А. Очерки по физиологии и гигиене труда горноспасателей [Текст]. - Москва : Медицина, 1970.

2. Боярский А.Б., Решетников В.М. Анализ существующих средств индивидуальной защиты органов дыхания человека в чрезвычайных ситуациях Научные и образовательные проблемы гражданской защиты – 2011 №3. С.10-16

3. Патент РФ на изобретение № RU 2 318 589 C1 «Генератор кислорода»

4. Патент РФ на полезную модель № RU 210 132 U1 «Генератор кислорода».

5. ГОСТ 12.1.007-76 «Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».

6. Пронин В.А., Калашникова Е.А., Цветков В.А., Кованов А.В., Долговская О.В. Анализ способов получения кислорода для обеспечения жизнедеятельности герметично изолированных объектов. ВЕСТНИК МАХ № 3, 2022. С.13-20.

7. Гладышев Н.Ф., Гладышева Т.В., Дворецкий С.И., Путин С.Б., Симаненков Э.И., Холодилин Н.Ю. Исследование и разработка кислородного самоспасателя для гражданского населения Вестник ТГТУ. 2006. Том 12. № 4А. С. 1071-1078.

УДК 614.841.3

М. В. Загуменнова, О. В. Надточий, Е. Н. Малёмина, Е. С. Преображенская
ФГБУ «Всероссийский научно–исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России»

ПОЖАРЫ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ, СВЯЗАННЫЕ С ПИРОТЕХНИЧЕСКИМИ ИЗДЕЛИЯМИ

В статье рассмотрены вопросы обеспечения пожарной безопасности пиротехнических изделий. Приведены статистические данные по пожарам и их последствиям за 2013–2023 гг, источником возгорания и причиной которых стали пиротехнические изделия. Проанализированы данные о проверочных мероприятиях, осуществляемых органами государственного пожарного надзора на объектах, осуществляющих деятельность, связанную с производством, испытанием, хранением и утилизацией пиротехнических изделий.

Ключевые слова: пиротехническое изделие, пожарная безопасность, гибель, травмирование, государственный пожарный надзор.

© Загуменнова М. В., Надточий О. В., Малёмина Е. Н., Преображенская Е. С., 2024

M. V. Zagumennova, O. V. Nadtochiy, E. N. Malemina, E. S. Preobrazhenskaya

FIRES AND THEIR CONSEQUENCES RELATED TO PYROTECHNIC PRODUCTS

The article deals with the issues of fire safety of pyrotechnic products. Statistical data on fires and their consequences for 2013–2023, the source of ignition and the cause of which were pyrotechnic products, are given. The data on inspection activities carried out by the state fire supervision authorities at the facilities engaged in activities related to the production, testing, storage and disposal of pyrotechnic products are analyzed.

Key words: pyrotechnic product, fire safety, death, injury, fire supervision bodies.

В соответствии с Техническим регламентом «О безопасности пиротехнических составов и содержащих их изделий», *«пиротехническое изделие — изделие, предназначенное для получения требуемого эффекта с помощью горения (взрыва) пиротехнического состава»* [1, с. 2]. По предназначению пиротехнические изделия разделяют:

- изделия бытового назначения для применения населением в соответствии с инструкцией по применению, обеспечивающей безопасность людей, имущества и окружающей среды;
- изделия технического назначения, для применения которого требуются специальные знания и приспособления (устройства).

По степени потенциальной опасности при эксплуатации пиротехнические изделия (далее - ПИ) могут соответствовать следующим классам [2] (см. таблица).

Таблица. **Классы опасности ПИ**

Класс	Описание	Назначение
I	отсутствуют ударная волна и разлетающиеся за пределы опасной зоны осколки, радиус опасной зоны по остальным факторам составляет не более 0,5 м	бытовое
I I	отсутствуют ударная волна и разлетающиеся за пределы опасной зоны осколки, радиус опасной зоны по остальным факторам составляет не более 5 м	бытовое
I I I	отсутствуют ударная волна и разлетающиеся за пределы опасной зоны осколки, радиус опасной зоны по остальным факторам составляет не более 30 м	бытовое
IV	отсутствует ударная волна, радиус опасной зоны хотя бы по одному из остальных факторов составляет более 30 м	техническое
V	прочие пиротехнические изделия, не вошедшие в I - IV классы.	техническое

Основными рисками, связанными с ПИ, являются выброс токсичных веществ, пожар и взрыв. По данным МЧС России [3, 4] с 2013 по 2023 гг. ежегодно происходило более 100 ед. пожаров, источником возгорания которых явились ПИ.

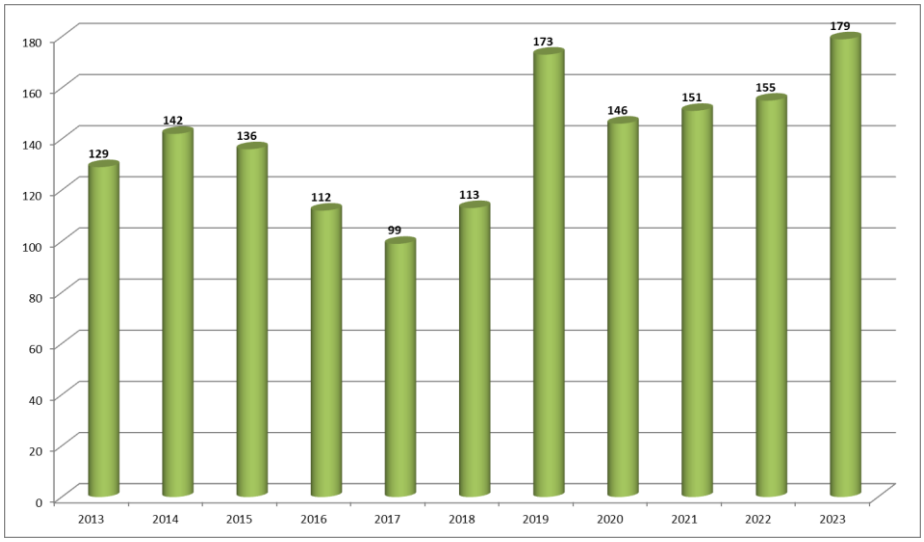


Рис. 1. Количество пожаров, источником возгорания которых явились ПИ за 2013–2023 гг.

Существует высокая вероятность травмирования людей и повреждения имущества из-за пожара, связанного с ПИ. На рис. 2 представлены статистические данные о количестве травмированных и погибших людей при пожарах, источником возгорания которых явились ПИ.

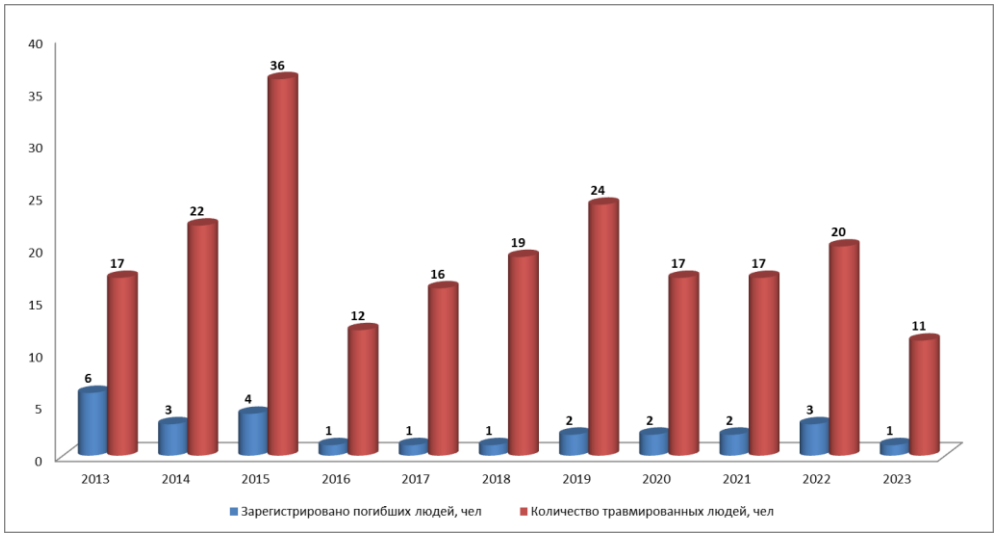


Рис. 2. Количество погибших и травмированных людей на пожарах, источником возгорания которых явились ПИ за 2013–2023 гг.

Пожар, связанный с возгоранием ПИ может привести к одновременному воспламенению других изделий, например, хранящихся на складах с ПИ. И независимо от их категории, может привести к возникновению ударной волны, вызванной давлением высвобождающегося газа. Это указывает на высокий риск, который представляют собой ПИ из-за их воспламеняемости [5]. На рис. 3 представлены статистические данные по пожарам, причиной которых явилось нарушение правил ПБ при использовании ПИ.

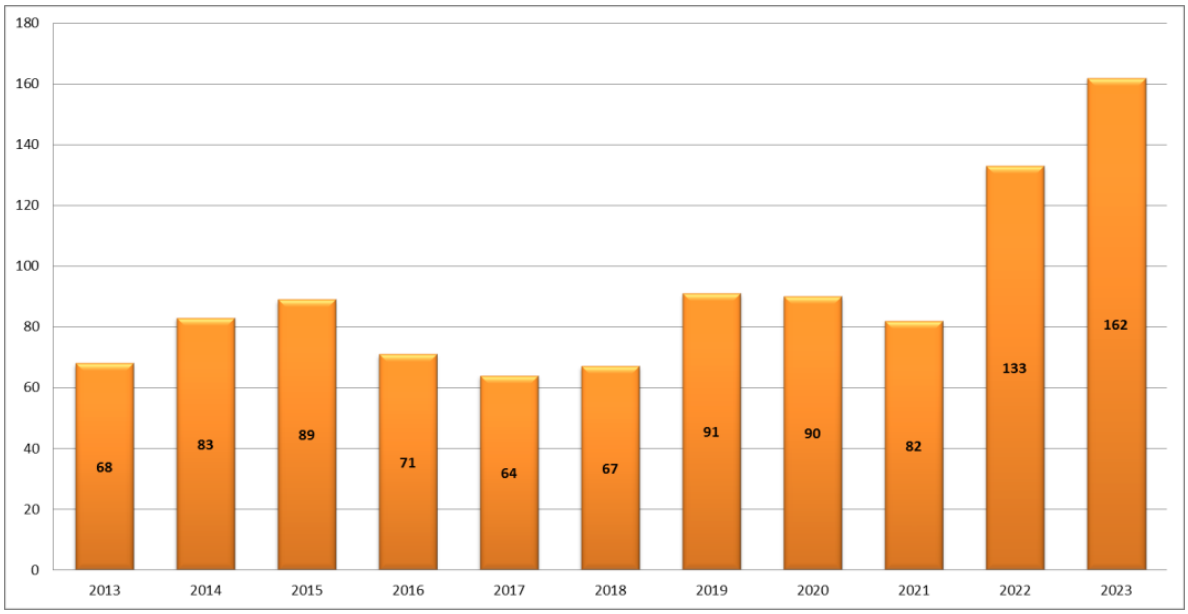


Рис. 3. Количество пожаров, причиной которых явилось нарушение правил ПБ при использовании ПИ за 2013–2023 гг.

В 2024 г. органами государственного пожарного надзора МЧС России (далее — ГПН) осуществлялась проверка организаций, осуществляющих деятельность, связанную с производством, испытанием, хранением и утилизацией ПИ IV и V классов, а также хранением ПИ на объектах надзора площадью 500 и более квадратных метров [6]. На рис. 4 представлено процентное соотношение выявленных объектов контроля с нарушениями требований пожарной безопасности (далее — ПБ).

В ходе проверочных мероприятий было выявлено 24 объекта контроля с нарушениями требований ПБ. Общее количество выявленных нарушений требований ПБ составило 148 ед. на все объекты контроля.

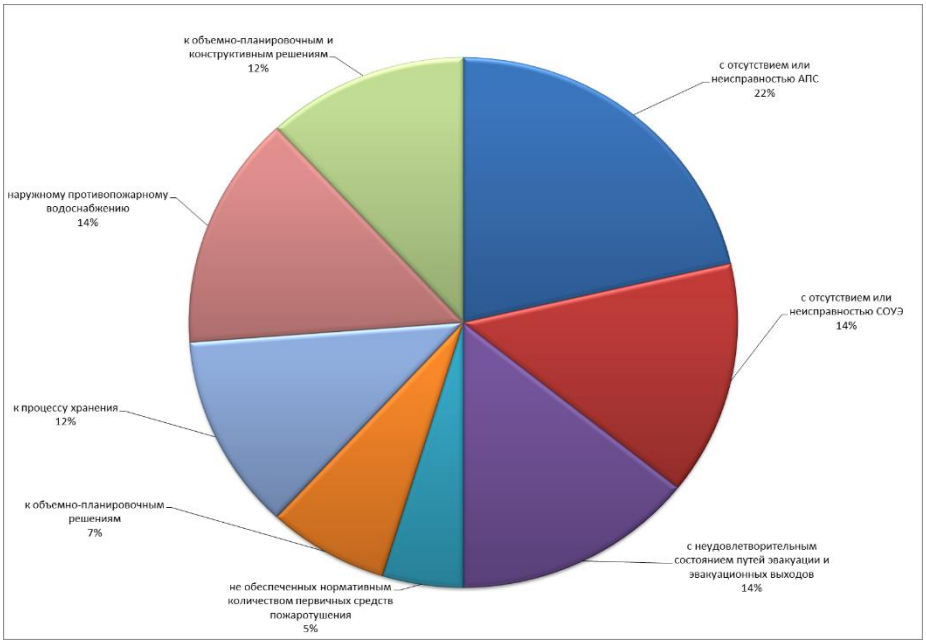


Рис. 4. Процентное соотношение выявленных объектов контроля с нарушениями требований ПБ

Ежегодно, в период проведения массовых мероприятий, сотрудниками органонов ГПН проводится профилактическая работа и размещается наглядная агитация по вопросам соблюдения мер пожарной безопасности, связанных с использованием ПИ в том числе, на объектах хранения и реализации ПИ, а также на площадках и территориях запуска ПИ [6]. Так, в период проведения мероприятий, связанных с празднованием Нового года и Рождества с 2021 по 2023 гг. было размещено порядка 56 тыс. ед. наглядной агитации на указанных объектах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технический регламент «О безопасности пиротехнических составов и содержащих их изделий» от 01 декабря 2017 г. № 770 URL: https:// https://mchs.gov.ru/dokumenty/630/ (дата обращения 09.09.2024).

2. ГОСТ 33732-2016 Изделия пиротехнические. Общие требования безопасности (с Изменением N 1, с Поправкой) Применяется с 01.01.2023 взамен ГОСТ Р 51270-99 URL: https://auth.kodeks.ru/sso?command=attach&broker=927dacf7-9bde-4367-bdbc-0b14a97d7136&token(дата обращения 09.09.2024).

3. Пожары и пожарная безопасность в 2020 году: Статистический сборник / П. В. Полехин, М. А. Чебуханов, А. А. Козлов [и др.]. – Балашиха: Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России, 2021. – 111 с.

4. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: информационно-аналитический сборник / В. С. Гончаренко, Т. А. Чечетина, В. И. Сибирко [и др.]. – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. – 110 с.

5. León Ruiz, David & Castells, Blanca & Amez Arenillas, Isabel & Casín, Juan & García-Torrent, J.. (2023). Experimental Quantification of Fire Damage Inside Pyrotechnic Stores. Applied Sciences. DOI:13.10.3390/app13106181.

6. 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 : опубл. 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».

УДК 614.849

И. Ф. Зенкова, Е. В. Козырев, Д. С. Адамов
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны»

ОБЗОР ИЗМЕНЕНИЯ № 1 ГОСТ Р 59639-2021 «СИСТЕМЫ ОПОВЕЩЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭВАКУАЦИЕЙ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ. РУКОВОДСТВО ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ, МОНТАЖУ, ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ И РЕМОНТУ. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ»

Подготовлен краткий обзор Изменения № 1 ГОСТ Р 59639-2021 «Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Руководство по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту. Методы испытаний на работоспособность». Приведена блок-схема основных задач, последовательно реализованных в работе с применением таких методов исследования, как анализ и экспертная оценка.

Ключевые слова: пожарная безопасность, оповещение, актуализация, национальный стандарт.

I. F. Zenkova, E. V. Kozyrev, D. S. Adamov

REVIEW OF AMENDMENT No. 1 OF GOST R 59639-2021 «PUBLIC ADDRESS AND EVACUATION CONTROL SYSTEMS IN CASE OF FIRE. DESIGN, INSTALLATION, MAINTENANCE AND REPAIR MANUAL. PERFORMANCE TEST METHODS»

© Зенкова И. Ф., Козырев Е. В., Адамов Д. С., 2024

A brief overview of Amendment No. 1 of GOST R 59639-2021 «Public Address and Evacuation Control Systems in Case of Fire was prepared. Design, Installation, Maintenance and Repair Manual. Performance test methods». A block diagram of the main tasks consistently implemented in the work using such research methods as analysis and expert assessment is presented.

Keywords: fire safety, notification, actualization, national standard.

В статье предложен краткий обзор изменений ГОСТ Р 59639-2021 «Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Руководство по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту. Методы испытаний на работоспособность» (далее — ГОСТ Р 59639-2021), вступивших в силу с 1 сентября 2024 года.

Основанием для разработки новой редакции отдельных положений национального стандарта ГОСТ Р 59639-2021 послужила необходимость обеспечения соответствия данных положений требованиям актуальных редакций нормативных правовых актов Российской Федерации (далее – НПА) [1, 2], переработанных либо принятых взамен ранее действовавших.

Исходя из того, что вопросы применения ГОСТ Р 59639-2021, а также порядок его актуализации ранее подробно рассмотрены в ряде работ [3-5], остановимся на заключительном этапе исследования: подготовке окончательной редакции изменения № 1 ГОСТ Р 59639-2021. Выявленные по результатам обобщения опыта применения ГОСТ Р 59639-2021 отдельные неточности, связанные с возможностью неоднозначного трактования некоторых положений стандарта, а также разработанные ранее и устаревшие требования национального стандарта, установленные к эксплуатации средств обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения сверх срока службы, послужили основанием для корректировки текста стандарта и разработки изменения № 1 ГОСТ Р 59639-2021 (далее – Изменение № 1), устанавливающего актуализированные требования к выполнению работ по монтажу, техническому обслуживанию и ремонту (далее – МТОиР) систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (далее – СОУЭ), их эксплуатации, а также методам испытаний СОУЭ на работоспособность.

В качестве ожидаемой эффективности Изменения № 1 рассматривалось обеспечение реализации актуализированных подходов к МТОиР, методам испытаний на работоспособность СОУЭ, а также улучшение координации и взаимодействия между обслуживающими, эксплуатирующими организациями и надзорными органами.

Применение такого подхода позволяет сформировать условия для повышения уровня обеспечения пожарной безопасности объектов защиты, снижения рисков гибели и травмирования людей, а также потери имущества от пожаров. На рисунке приведена блок-схема основных задач, последовательно реализованных в процессе работы по подготовке Изменения № 1.

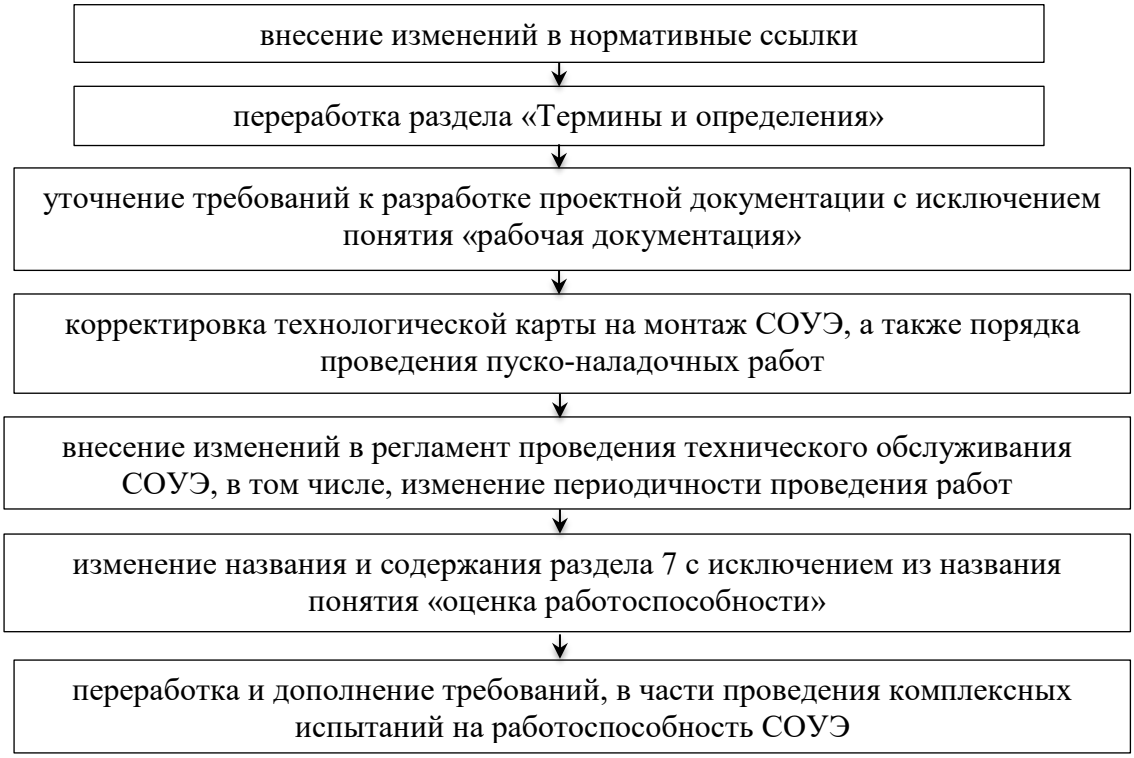


Рисунок. Блок-схема основных задач, реализованных в Изменении № 1

Кроме того, исходя из вносимых правок, актуализирован раздел «Библиография».

Разработка окончательной редакции Изменения № 1 проводилась с соблюдением всех требований, установленных к порядку публичного обсуждения проекта документа национальной системы стандартизации, включая размещение на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (далее – Росстандарт) уведомления о разработке окончательной редакции проекта Изменения № 1 (с указанием дат начала и завершения публичного обсуждения) и уведомления о завершении его публичного обсуждения. Всего в период публичного обсуждения поступило 110 предложений и замечаний, по которым сформирована сводка отзывов.

Окончательная редакция проекта Изменения № 1 прошла, в установленном порядке, рассмотрение техническим комитетом по стандартизации ТК 274 «Пожарная безопасность» в формате заочного голосования и, по итогам рассмотрения, получила одобрение. Издательское редактирование Изменения № 1 проводилось в ФГБУ «Институт стандартизации», штамп «В набор» получен 25 июня 2024 года.

Изменение № 1 введено в действие с 1 сентября 2024 года приказом Росстандарта от 13 августа 2024 года № 1056-ст.

Принятая редакция Изменения № 1 соответствует правилам разработки и утверждения национальных стандартов [6,7] и взаимосвязано (гармонизировано) с содержанием национального стандарта, устанавливающего требования к проектированию, МТОиР систем пожарной сигнализации, а также методам испытаний на работоспособность (с учетом актуализации положений указанного национального стандарта, проводимой одновременно с разработкой Изменения № 1).

Дополнительно следует отметить, что в работе над подготовкой Изменения № 1 применялись такие методы исследования, как анализ и экспертная оценка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об утверждении Положения о лицензировании деятельности по монтажу, техническому обслуживанию и ремонту средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений: постановление Правительства Рос. Федерации от 28.07.2020 № 1128 // Собрание законодательства Российской Федерации. 2020. № 32. Ст. 5276.

2. Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации: постановление Правительства Рос. Федерации от 16.09.2020 № 1479 // Собрание законодательства Российской Федерации. 2020. № 39. Ст. 6056.

3. Зенкова И.Ф., Козырев Е. В. Применение национального стандарта ГОСТ Р 59639-2021 (СОУЭ) // Пожарная безопасность объектов Республики: сборник материалов V Республиканской научно-технической конференции, приуроченной ко Дню пожарной охраны. Донецк. 2023. С. 25-26.

4. Зенкова И.Ф., Таныгина А.А., Семенова О.С. Актуализация национальных стандартов как направление развития системы технического регулирования в области пожарной безопасности // Пожарная и аварийная безопасность : сборник материалов XVIII Международной научно-практической конференции. Иваново. 2023. С. 87-90.

5. Зенкова, И. Ф., Е. В. Козырев, Н. О. Щеголева Актуализация нормативного сопровождения эксплуатации систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции. Иваново. 2024. С. 126-130.

6. ГОСТ Р 1.2–2020 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила разработки, утверждения, обновления, внесения поправок, приостановки действия и отмены. М.: Российский институт стандартизации». 32 с.

7. ГОСТ Р 1.5–2012 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные. Правила построения, изложения, оформления и обозначения. М.: Российский институт стандартизации». 31 с.

УДК 614.841.332

А. В. Зубань, Н. И. Константинова, Е. А. Поединцев, О. В. Кривошапкина
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Проведены комплексные сравнительные экспериментальные исследования по устойчивости к огневому и тепловому воздействию различных огнезащищенных рецептур пенополиизоцианурата.

Ключевые слова: тепловая изоляция, группа воспламеняемости, группа горючести, распространение пламени.

A. V. Zuban, N. I. Konstantinova, E. A. Poedintsev, O. V. Krivoshapkina

EXPERIMENTAL STUDIES OF THERMAL INSULATION OF INDUSTRIAL PIPELINES

Comprehensive comparative experimental studies on resistance to fire and thermal effects of various fire-resistant polyisocyanurate foam, formulations were carried out.

Key words: thermal insulation, flammability group, flammability group, flame propagation.

Значительная роль в решении проблемы экономии тепловой энергии принадлежит высокоэффективной тепловой изоляции. Тепловая изоляция промышленных трубопроводов, помимо функций энергосбережения, обеспечивает возможность транспортирования тепла от источника до объекта при любых погодных условиях и обеспечивает снижение энергозатрат на отопление зданий и сооружений. Кроме основной функции энергосбережения, тепловая изоляция трубопроводов должна обеспечивать безопасные условия функционирования всей технологической цепочки транспортирования энергоносителя от источника до потребителя.

Совершенствование норм тепловых потерь для трубопроводов с теплоносителями потребовало использования более эффективных теплоизоляционных материалов, в частности, из пенополиуретана (ППУ) и пенополизоцианурата (ППИ), обладающих среди многих современных утеплителей одним из наиболее низких показателей теплопроводности (λ=0,021–0,025 Вт/м·К).

© Зубань А. В., Константинова Н. И., Поединцев Е. А., Кривошапкина О. В., 2024

Однако, ограничения по применению горючих теплоизоляционных материалов промышленных трубопроводов и оборудования согласно существующей нормативной базы [1] в значительной степени сдерживает применение теплоизоляционных материалов нового поколения с улучшенными теплотехническими свойствами.

Многочисленные исследования в области получения рецептур вспененных систем на основе полиизоцианурата и полиуретана пониженной пожарной опасности включают разработку замедлителей горения эффективно влияющих на процесс подавления выделения горючих газов и окислительные процессы при терморазложении полимеров и вместе с тем, адаптируемых к технологии их изготовления [2–3].Основные системы замедлителей горения, как правило, содержат галогенсодержащие соединения, вводимые в полиольный компонент полимера, а также различные производные фосфоразотсодержащих веществ.

Целью данной работы являлось проведение комплексных сравнительных экспериментальных исследований по изучению горючести, устойчивости к тепловому воздействию и распространению пламени различных огнезащищенных рецептур ППИ, в том числев составе конструкции трубопроводов для выбораиз их числа наиболее пожаробезопасных.

Для исследований использовалось стандартное оборудование и средства измерений методов ГОСТ 30204-94, ГОСТ 30402-96иГОСТ Р 53327-2009.

Для проведения экспериментов были подготовлены образцы плит и скорлуп ППИ (плотностью 40–50 кг/м^3, толщиной — 50 мм) с различным содержанием и составом антипиренов и покровными материалами.

Оценка параметров горючести образцов ППИ №№ 1–3 с различным содержанием и составом огнезамедлительных систем показали следующие средние значения результатов, соответственно: максимальнаятемпература дымовых газов — 179°С, 133°С и 190°С при времени ее достижения 87 с, 82 с и 120 с, степень повреждения по длине — 87 %, 78 % и 100 %, степень повреждения по массе – 20 %, 19 % и 27 %, остаточное горение –87 с, 596 с и 0 с.

Также изучалось влияние несгораемого покровного слоя ППИ на горючесть. Результаты исследований параметров горючести образца ППИ № 4 с двухсторонним алюминиевым покрывным слоем толщиной 50 мкм составляли следующие их численные значения: максимальная температура дымовых газов – 335 °С при времени ее достижения 287 с, степень повреждения по длине – 100 %, степень повреждения по массе – 60 %,остаточное горение – 0 с.

Таким образом, по результатам проведенных экспериментов образцы ППИ №№1-4 относятся к группе Г3 (нормально горючих материалов).

Результатыоценки горючести рецептуры вспененной полиизоциануратной композиции ППИ №5позволили отнести ее к группе слабогорючих материалов (Г1) по следующим параметрам:максимальная температура дымовых газов –77 °С при времени ее достижения 420 с, степень

повреждения по длине – 63 %, степень повреждения по массе – 14 %, остаточное горение –0 с.

На рисунке представленызависимости средних значенийпоказаний термопар, расположенных в газоотводной трубе установки, от времени в процессе стандартного испытания ГОСТ 30244-94 (метод II) образцов ППИ № 4 и № 5.

Таким образом, эффективная огнезащита ППИ приводит к значительному снижению выделения горючих газов, что подтверждается снижением значения максимальной температуры иувеличению времени ее достижения, при этом не происходит пробежки пламени по поверхности образца и отсутствует самостоятельное горение.

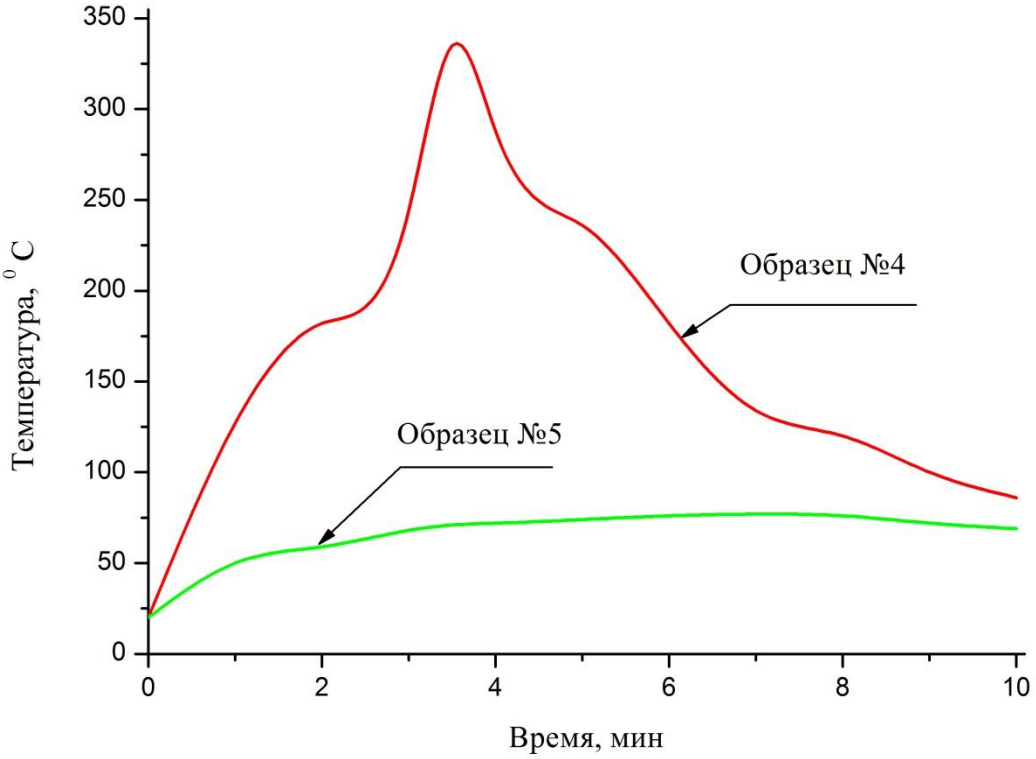


Рисунок. Зависимости средних значенийпоказаний термопар, расположенных в газоотводной трубе установки, от времени в процессе стандартного испытания образцов ППИ № 4 и № 5

Снижение пожарной опасности у эффективно защищенной композиции ППИ № 5 подтверждается результатами проведенных исследований по устойчивости к тепловому потоку воспламенения. Сравнительные экспериментальные исследования по оценке критической поверхностной плотности теплового потока (КППТП) воспламенения проводились по методике стандарта ГОСТ 30402-96 на образцах ППИ №№ 1, 3 и 5, в том числе, с внешним покровным слоем из материала на основе стекловолокна плотностью 2500 кг/м^3, используемого на практике для защиты теплоизоляции.

Результаты проведенных исследований показали, что КППТП образцов ППИ №№ 1 и 3 составляет, соответственно,15 и 13 кВт/м^2, в то время как, композиция ППИ № 5 воспламенялась при КППТП равной 20 кВт/м^2 на 165–172 секунде испытаний.

Таким образом в результате экспериментов получены данные по устойчивости к огневому и тепловому воздействию различных огнезащищенных рецептур ППИ, установлена изих числа наименее пожароопасная композиция тепловой изоляции.

В настоящее время использование оболочек из оцинкованной стали в качестве покровного слоя на теплотрассах с применением ППИ и ППУ-изоляций обусловлено необходимостью защиты от механических повреждений, воздействия влаги и стойкости элементов теплоизоляционной конструкции к химически агрессивным факторам окружающей среды, при этом сохраняются высокие теплоизолирующие свойства.

Интерес представляли сравнительные исследования по оценке возможности распространять пламя по поверхности конструкций трубопроводов в исполнении с оцинкованной оболочкой с использованием огнезащищенной ППИ изоляции различной степени эффективности.

Испытания конструкций трубопроводов с образцами ППИ №№ 1–5 в оцинкованной оболочке по оценке распространения пламени согласно методике ГОСТ Р 53327-2009показали, что по полученным значениям температуры дымовых газов (от 163 до 177 °С), отсутствию самостоятельного горения и повреждения поверхности образца по длине контрольной зоны, указанные конструкции относятся к группе НРП (нераспространяющих пламя по поверхности). Таким образом, применение огнезащищенных теплоизоляционных материалов в конструкции, включающей теплоизоляционный слой из ППИ, паронепроницаемый слой из самоклеящейся алюминиевой фольги и покровный слой из оцинкованной стали не влияет на изменение параметров оценки распространения пламени.

Учитывая необходимость развития современных технических решений по конструктивному исполнению промышленных трубопроводов в зависимости от области их применения, исследования по разработке огнезащищенных ППИ систем без потери своих эксплуатационных свойств не теряют свою актуальность. Полученные результаты экспериментов по разработке рецептур ППИ устойчивых к тепловому и огневому воздействию позволят установить возможность их безопасного применения для трубопроводов различных конструкций, в том числе с использование полимерных покровных материалов, сочетаний утеплителей и функциональных элементов системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» (Актуализированная редакция СНиП 41-03-2003).

2. K. Salmeia, S. GaanAn overview of some recent advances in DOPO-derivatives: Chemistry and flameretardant applications/Polymer Degradation and Stability, Volume 13, 2015, p. 119-134 https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2014.12.014.

3. D. Chattopadhyay, D. Webster Thermal stability and flame retardancy of polyurethanes/ Progress in Polymer Science, Volume 34, Issue 10, 2009, Pages 1068-1133https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2009.06.002.

УДК 677.017.56

О. А. Казаков, Э. Ф. Вознесенский
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ АЛЮМОСИЛИКАТОВ В КАЧЕСТВЕ АНТИПИРЕНОВ ДЛЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Рассмотрено применение алюмосиликатов в качестве антипиренов. В качестве интумесцентных добавок использованы полифосфат аммония и сульфат аммония. Характеристики полученных материалов были исследованы при помощи рентгеновской дифракции, динамического рассеянмя света и термического анализа.

Ключевые слова: монтмориллонит, полифосфат аммония, сульфат аммония, рентгеновская дифракция, динамическое рассеяние света, термический анализ, интеркаляция

O. A. Kazakov, E. F. Voznesensky

STUDY OF MODIFIED ALUMINOSILICATES AS FIRE RETARDANTS FOR TEXTILE MATERIALS

The article considers the use of aluminosilicates as fire retardants. Ammonium polyphosphate and ammonium sulfate are used as intumescent substances. X-ray diffraction, dynamic light scattering and thermal analysis studies were used as materials.

Key words: montmorillonite, ammonium polyphosphate, ammonia sulfate, X-ray diffraction, dynamic light scattering, thermal analysis, intercalation.

В связи с тем, что количество пожаров и других связаных показателей являются динамическими единицами, то развитие пожарной безопасности и исследовнаия в данной области являются приоритетными аспектами связанные с развитием общества [1]. С расширением областей применения текстильных материалов особую важность приобретает вопрос огнезащитной отделки бытового и специального текстиля. Для огнезащитной отделки успешно

© Казаков О. А., Вознесенский Э. Ф., 2024

применяю специальные составы — антипирены. Как правило, это комбинированные системы, содержащие активные компоненты, растворители и модификаторы. Среди активных компонентов выделяют соединения, выделяющие при нагреве негорючие газы, теплоемкие инертные материалы, вещества образующие негорючие остатки и др. Среди доступных термостойких дисперсных материалов интерес представляют природные алюмосиликаты и модификации на их основе [2, 3, 4].

В представленной работе исследована возможность создания огнезащитной композиции для текстильных материалов на основе природных алюмосиликатов.

Для исследований выбрали алюмосиликаты марки Монамет 1Н (АО »МЕТАКЛЭЙ», г. Москва. Для интумесцентной добавки использовали аммонийные соеднинения такие как, полифосфат аммония (ПФА) и сульфат аммония для лучшего внедрения и закрепления в алюмосиликате [5]. Для создания композиции предложена модификация алюмосиликатов (монтмориллонит, ММТ) методами комплексообразования и интеркаляции.

Водные растворы алюмосиликатов и их модификации готовились при инетенсивном перемешивание на частоте оборотов якоря лабораторной мешалки 10 000 мин$^{-1}$ до однородности при комнатной температуре. Комплекс ПФА алюмосиликаты создавался холодным синтезом, при комнатной температуре, порционным добавлением ПФА в суспензию ММТ при постоянном перемешивании.

Для модификации монтмориллонита методом интеркаляции приготовлены растворы ПФА и сульфата аммония при 100 °С. Затем данные растворы по каплям добавлялись в суспензию алюмосиликатов при постоянном перемешивание и температуре 70–80 °С [6].

Образцы композиций подвергли аналитическим исследованиям. В качестве методов анализа выбраны рентгеновская дифракция на дифрактометре на Brooker D2Phaser, термогравиметрический анализ (ТГА), дифференциальный термический анализ (ДТА) в окислительной атмосфере на термоанализаторе STA6000, динамическое рассеяние света анализаторе размера частиц ZETAPals Brookhaven.

В ходе интеркаляции алюмосиликатов разными добавками, происходит фазовое изменение монтмориллонита, что видно на представленных дифрактограммах (рис. 1–3). На всех дифрактограммах присутствуют характерные для монтмориллонита пики в областях межплоскостных расстояний d = 10,97 Å; 3,29 Å; 2.83Å; 2,56 Å; 1,69 Å; 1,49 Å; 1,29 Å.

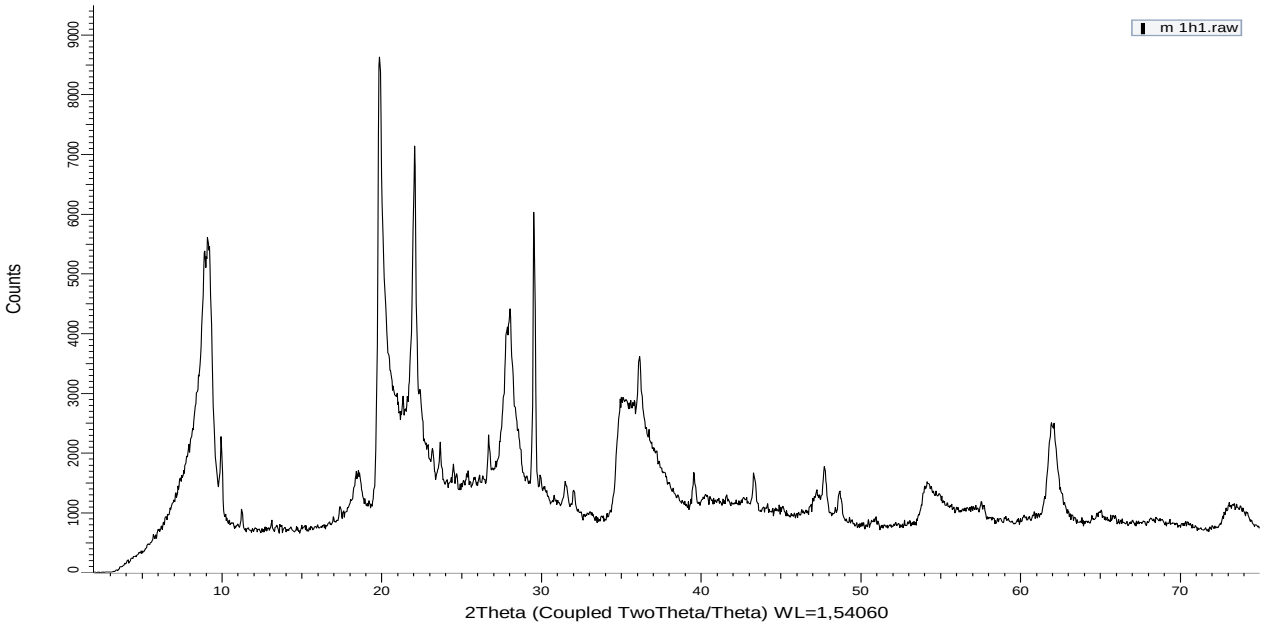


Рис. 1. Дифрактограмма монтмориллонита

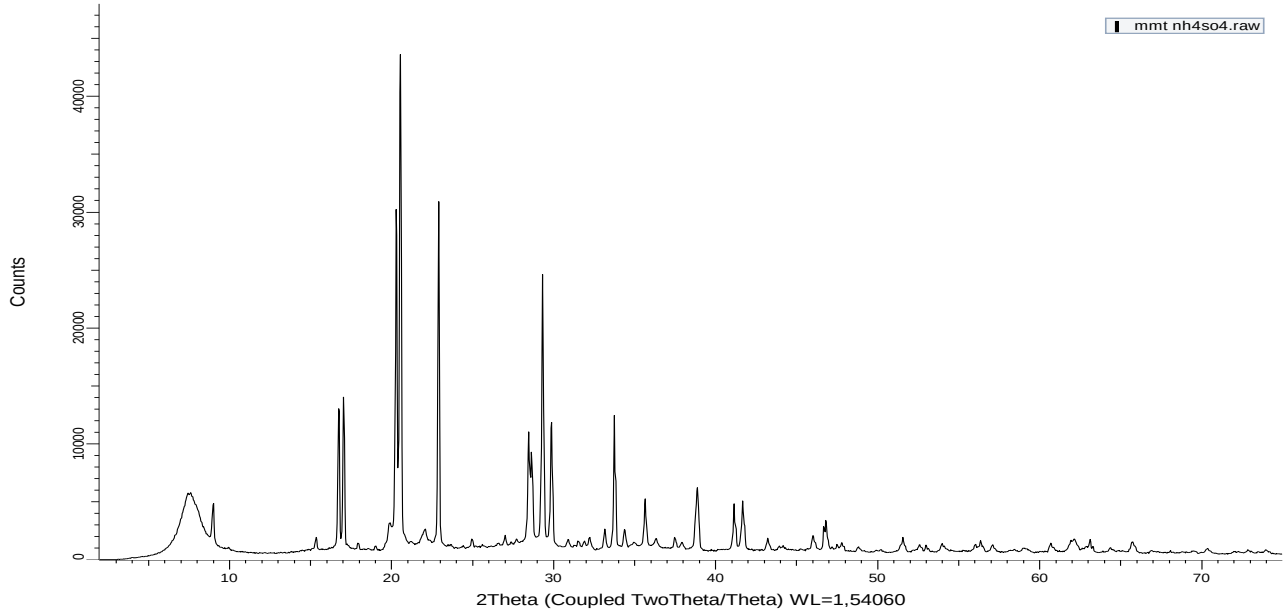


Рис. 2. Дифрактограмма монтмориллонита модифицированного сульфатом аммония

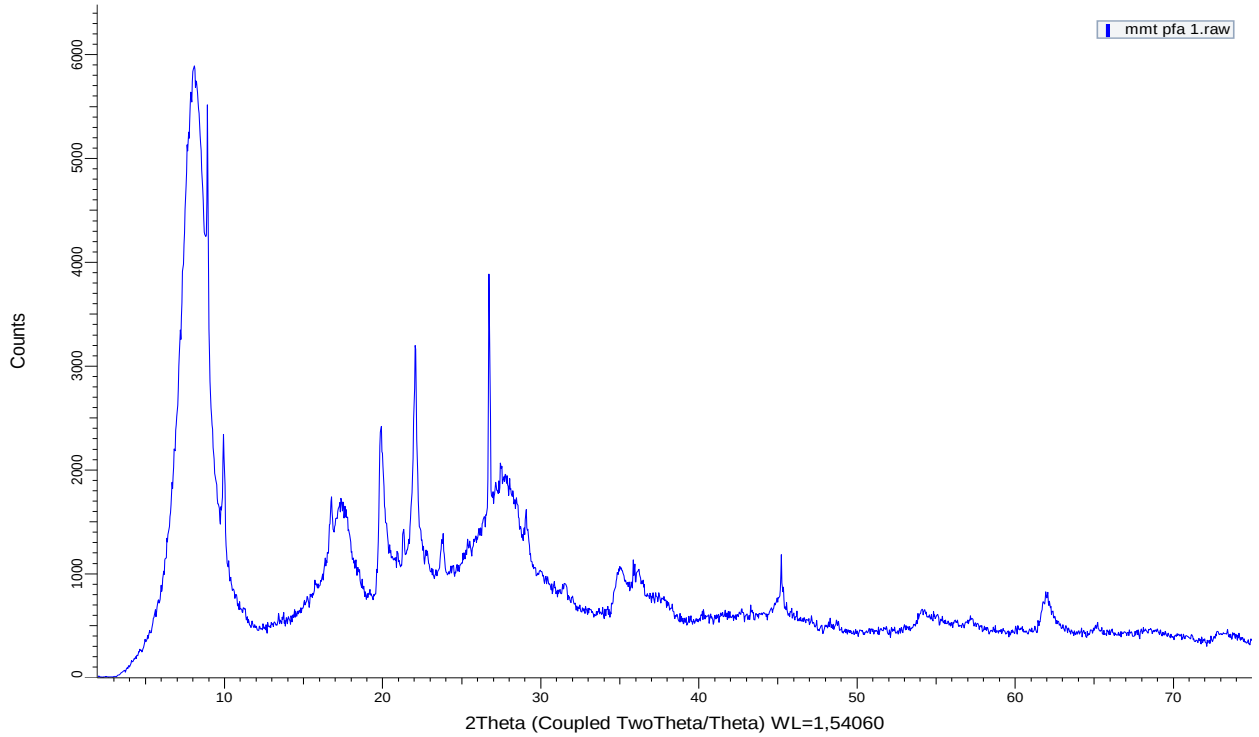


Рис. 3. Дифрактограмма монтмориллонита модифицированного ПФА

Как видно из результатов рентгеновской дифракции (рис. 2) лучше всего в межслоевое пространство ММТ внедрился сульфат аммония, за счет того, что аммонийные соли заменяют собой катионы Na^+, содержащиеся в ММТ, при этом молекула является достаточно компактной для того, чтобы проникнуть вглубь и закрепиться там перпендикулярно слоям, тем самым оставляя пространство для проникновения других частиц.

В случае с ПФА (рис. 3) молекула является достаточно крупной и закрепляется почти параллельно слоям, из-за чего большое количество частиц не может проникнуть внутрь слоев.

Для подтверждения процесса интеркаляции было рассчитаны значения областей когерентного рассеяния (ОКР) для того чтобы оценить изменения структуры ММТ. Результаты расчетов показали, что для системы ММТ-$(NH_4)_2SO_4$ размер ОКР составляет – 194 Å, для системы ММТ-ПФА –157 Å, размер ОКР исходного ММТ – 138 Å. Увеличение ОКР указывает на успешное внедрение интумесцетных добавок в монтмориллонит. ПФА внедрилось менее эффективно, чем сульфат аммония, что можно увидеть на дифрактограммах.

Методом динамического рассеяния света исследован размер частиц суспензий после интеркаляции. Как видно из полученных результатов (рис. 4) размер частиц увеличился, что указывает на то, что интумесцетные добавки проникли в межслоевое пространство алюмосиликатов.

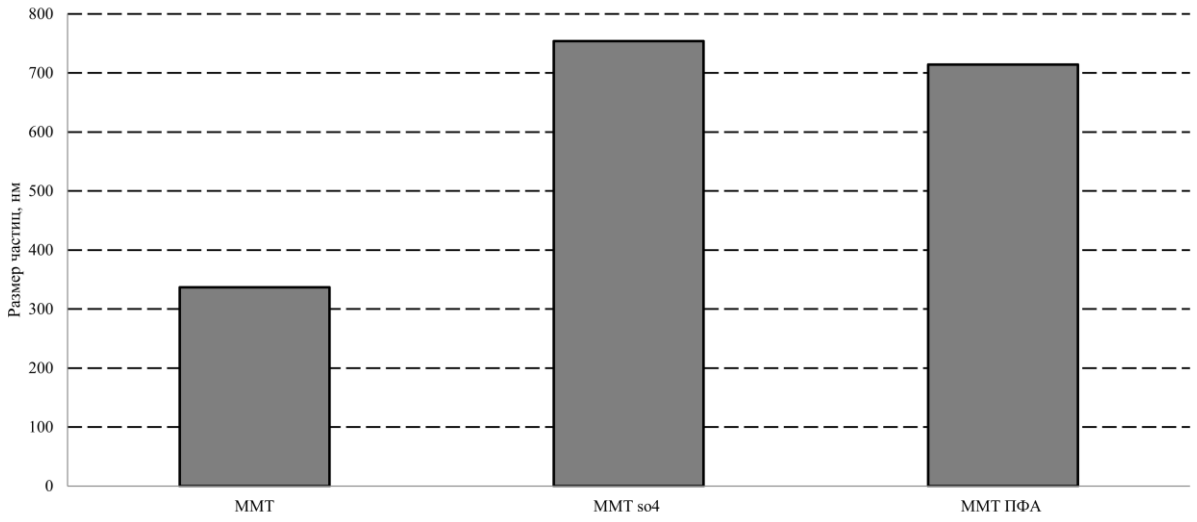


Рис. 4. Размер частиц после интекаляции

Результаты ДТА и ТГА представлены на рис. 5 и 6. Полученные термоаналитические кривые, показывают, что при нагреве модифицированных алюмосиликатов меняется характер эндотермической процессов. Система ММТ-ПФА наиболее экзотермически активна при температуре до 100 °С, а при увеличении температуры наблюдается протяженный эндотермический эффект. Система ММТ-$(NH_4)_2SO_4$ проявляет эндотермическую активность в несколько стадий на интервале температур 300–400 °С.

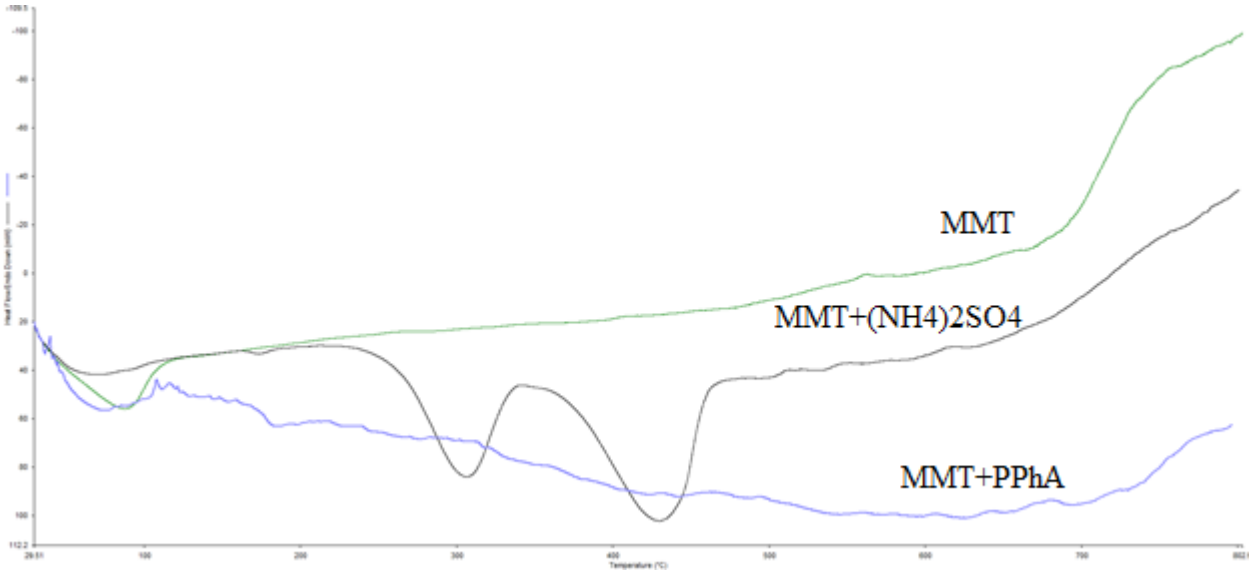


Рис. 4. ДТА диаграммы модифицированных алюмосиликатов

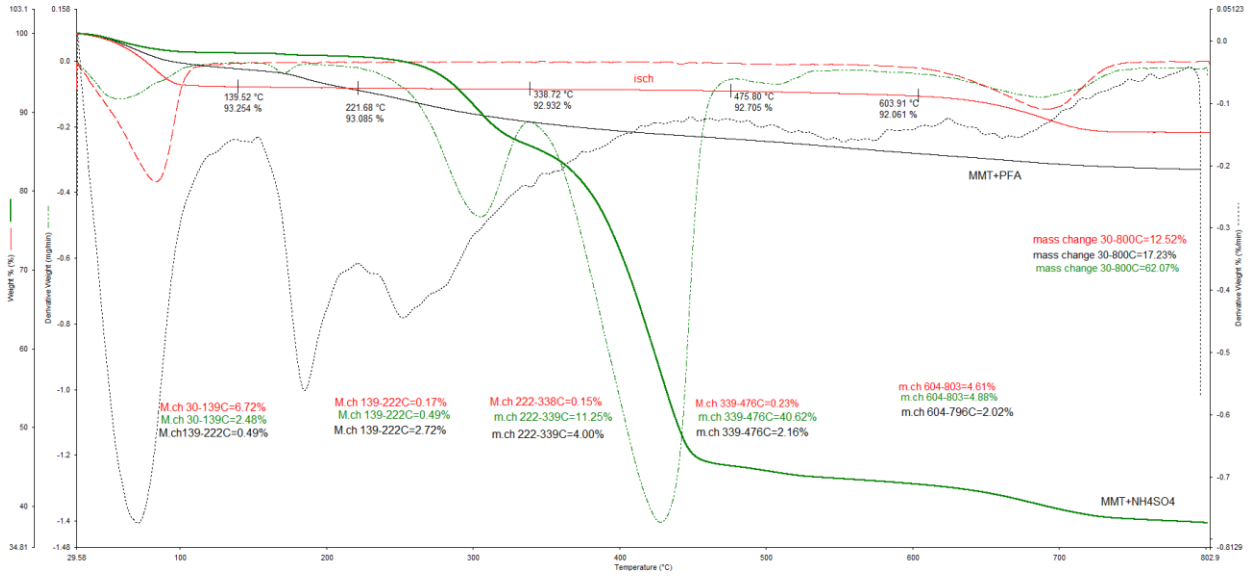


Рис. 5. ТГ/ТГА диаграммы модифицированных алюмосиликатов

Экспериментально показано, что природные алюмосиликаты обладают эндотермическими свойствами, а их модификация при помощи ПФА и сульфата амммония увеличивает данную характеристику. Так система, интекаллированная ПФА, проявляет эндотермическую активность при более низкой температуре, нежели ММТ-$(NH_4)_2SO_4$, который, в свою очередь, характеризуется эндотермическими свойствами при температурах 300–400 °С.

Таким образом, разработка составов антипиренов на основе алюмосиликатов в интеркалированной форме представляет интерес, в частности с добавлением активных компонентов, выделяющих негорючие газообразные продукты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: информ.- аналитич. сб. П 46 Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. 80 с

2. Варфоломеев, С. Антипирены: Российский период / С. Варфоломеев, С. Ломакин, П. Сахаров // The Chemical Journal. –2010. –№ 1. – С. 42–45.

3. Ненахов, С.А. Физико-Химия Вспенивающихся Огнезащитных Покрытий На Основе Полифосфата Аммония (Обзор Литературы)/ Ненахов С.А. Пименовав.П.// Пожаровзрывобезопасность.– 2010 Т.19.– №8 .– С. 11-58.

4. Микитаев А. К., Каладжян А. А., Леднев О. Б., Микитаев М. А. Нанокомпозитные полимерные материалы на основе органоглин // Исследовано в России. 2004. №. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/nanokompozitnye-polimernye-materialy-na-osnove-organoglin (дата обращения: 16.09.2024).

5. L.A. Utracki Clay-Containing polymeric naoncomposites Vol.2// Rapra Techology Limited,-2004.-Т.2. – С.376.

6. Герасин В.А., Бахов Ф.Н., Мерекалова Н.Д., Королев Ю.М., Fischer H.R., Антипов Е.М. Структура формирующихся на Na+-монтмориллоните слоев поверхностно-активных веществ и совместимость модифицированной глины с полиолефинами // ВМС. Серия А. 2005. №9. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/struktura-formiruyuschihsya-na-na-montmorillonite-sloev-poverhnostno-aktivnyh-veschestv-i-sovmestimost-modifitsirovannoy-gliny-s (дата обращения: 16.09.2024).

УДК 630.43

Д. В. Калашников, А. О. Семенов, Е. С. Титова
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В МОНИТОРИНГЕ РАЗВИТИЯ ПРИРОДНЫХ ПОЖАРОВ

В статье приведены особенности применения технических средств при различных видах мониторинга развития природного пожара. Приведен анализ особенностей методов мониторинга природного пожара с особенностями практического применения.

Ключевые слова: мониторинг, природный пожар, технические средства, беспилотный летательный аппарат, оперативное реагирование.

D. V. Kalashnikov, A. O. Semenov, E. S. Titova

FEATURES OF THE USE OF TECHNICAL MEANS IN MONITORING THE DEVELOPMENT OF WILDFIRES

The article presents the features of the use of technical means for various types of monitoring of the development of a natural fire. The analysis of the advantages and disadvantages of using various methods with the peculiarities of practical application is given.

Key words: monitoring, natural fire, technical means, unmanned aerial vehicle, rapid response.

Развитие природного пожара напрямую связано с погодными условиями, рельефом местности, скоростью перемещения воздушных потоков. Эти факторы влияют на увеличение площади горения за минимальный промежуток времени [1].

Основным показателем эффективности работы служб по охране лесов от пожаров является своевременность обнаружения источников возгорания и постоянное наблюдение за динамикой развития пожара. В ходе мониторинга необходимо в оперативном порядке получать информацию, влияющую на

© Калашников Д. В., Семенов А. О., Титова Е. С., 2024

развитие горения: особенности лесорастительных культур, погода в районе пожара (предыдущая, текущая, ожидаемая), влияние ветра, изменения влажности и температуры.

Мониторинг лесопожарной обстановки с методической точки зрения представляет собой достаточно сложную научную проблему, решение которой связано с дальнейшим прогнозированием динамики развития неконтролируемого горения с последующими выводами о наличии или отсутствии угрозы населенным пунктам, расположенным вблизи лесных насаждений, принятии решений для успешной ликвидации горения [2].

В соответствии с Распоряжением Правительства РФ от 19 июля 2019 года № 1605-р субъекты должны быть обеспечены средствами предупреждения и тушения лесных пожаров, которые могут использоваться в целях мониторинга за обнаружением и развитием горения лесных горючих материалов:

- пирометр (термощуп);
- тепловизор (портативный);
- метеостанция с анемометром полевая (карманная);
- комплекс мониторинга с беспилотным летательным аппаратом (БЛА) и (или) беспилотная авиационная система (БАС).

Данные устройства помогают пожарным подразделениям осуществлять непрерывный мониторинг лесопожарной ситуации и своевременно отслеживать возможные изменения динамических параметров пожара. Накопление информации осуществляется путем осмотра мест проведения работ, наземной и авиационной разведки кромки пожара оценке динамики изменений местоположения подразделений и тактических единиц. Конечный результат эффективного тушения пожара напрямую взаимосвязан с оперативными действиями должностных лиц при работе на месте происшествия.

Именно своевременная реакция руководителя тушения пожара на динамику лесопожарной ситуации обеспечивает успешность его действий и действий подразделений, находящихся в подчинении [3].

Для обнаружения возгорания активно используется методы спутникового мониторинга, такие как оптическое и радарное наблюдение, спектроскопия, картирование. В территориальных органах МЧС России разработан алгоритм использования данных космического мониторинга специалистами оперативной дежурной смены центра управления в кризисных ситуациях с помощью работы в приложении «Термические точки». Особенность разработанного приложения заключается в совершенствовании принципов прохождения информации о термических точках и доведения данных до соответствующих должностных лиц. Данные о точках отображаются в реальном времени. Данное приложение позволяет фиксировать факт возникновения термической точки, определять ее координаты и устанавливать уровень дальнейшего развития из очага горения [4].

Однако имеется ряд недостатков, связанных с такими техническими особенностями функционирования как ограниченная разрешающая способность, ложные срабатывания, необходимость частого обновления данных, влияние погодных условий, задержка в передаче оперативных данных.

Авиационный мониторинг включает в себя использование различных воздушных судов и беспилотных летательных аппаратов в комплексе с применением стоящих на вооружение тепловизоров. При этом имеются ограничения по использованию данных технических средств на определенных территориях [5].

Видеомониторинг осуществляется с помощью программно-аппаратного комплекса «Лесной дозор». В случае фиксации реального возгорания специальная программа в режиме реального времени позволяет определить точные координаты пожара, а также расстояние до населенных пунктов и других объектов. При видеомониторинге камера двигается либо по установленной траектории, либо оператор может вручную управлять ею для просмотра местности в режиме реального времени. В технических средствах наземного мониторинга применяется малый лесопатрульный комплекс с группой оперативных работников. В таблице представлены особенности методов мониторинга природного пожара.

Таблица. **Особенности методов мониторинга природного пожара**

Методы обнаружения	**Перечень используемых средств (оборудования и техники)**	**Особенности практического применения**	**Достоинства**	**Недостатки**
Спутниковый мониторинг	Приложение «Термические точки»	Пополнение оперативной информации в карточки пожара открытой базы для заинтересованных лиц в режиме реального времени	Мониторинг больших площадей	Получение данных несколько раз в сутки; Ограничения по выявлению низовых пожаров и в условиях плотной облачности
Авиационный мониторинг	Воздушные транспортные средства, беспилотные летательные аппараты, тепловизоры	Необходимо наличие оператора и програмно-аппаратного комплекса для передачи информации диспетчеру	Возможность мониторинга труднодоступн ых территорий	Высокие финансовые затраты; Зависимость от погодных условий

Методы обнаружения	**Перечень используемых средств (оборудования и техники)**	**Особенности практического применения**	**Достоинства**	**Недостатки**
Видеомони-торинг	Программно-аппаратный комплекс «Лесной дозор»	Фиксация возгорания в режиме реального времени с определением координат пожара, а также расстояний до населенных пунктов и других объектов	Получение данных в реальном времени; Точность до нескольких сотен метров	Необходимость размещения на вышках сотовой связи
Наземный мониторинг	Пирометр, тепловизор, метеостанция с анемометром	Доступное осуществление метода с использованием лесопатрульного комплекса, обладающим высокой проходимостью и мобильностью	Возможность обнаружения низовых пожаров; Определение точных координат пожара и путей развития горения	Большая трудоемкость; Обхват небольших территорий

Приложение «Термические точки» позволяет разработать модель возможного развития ситуации с учетом особенностей подстилающей поверхности, метеорологических данных в районе отслеживания очагов природных пожаров. Однако, только использование комплексно всех возможных средств обнаружения пожара приведет к наиболее эффективному мониторингу природного пожара.

Вместе с тем, отмечаются проблемы применения технических средств при мониторинге природного пожара:

- ограниченная область охвата, что затрудняет своевременное обнаружение источника возгорания;
- климатические условия, например дождь или туман, которые ухудшают обзор наблюдения очага возгорания;
- сложность в обнаружении очагов на начальном этапе развития горения;
- задержка в обработке данных;
- необходимость интеграции различных типов оборудования и программного обеспечения для создания единой системы мониторинга.

Выявленные проблемы применения технических средств в мониторинге природного пожара показывают, что быстрое реагирование на возгорание является ключом к эффективному тушению пожара и снижению его негативных последствий. С учетом появления пожароопасных ситуаций, вызванных изменением климатических условий, важности оперативного

вмешательства и точного анализа ситуации, а также экономической целесообразности использования технологий. Таким образом, гармоничное сочетание методов исследования, точных исходных данных, логический анализ результатов прогнозирования, трактовка прогноза позволяют решать сложные задачи борьбы с поражающими факторами природного пожара. Конечной задачей научного прогнозирования является обеспечение органов управления и лиц, принимающих решения, наиболее точной информацией об особенностях развития чрезвычайной ситуации и выработка рекомендаций по снижению риска развития природных пожаров [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семенов, А. О. Особенности тушения природных пожаров на начальных этапах / А. О. Семенов, Д. В. Калашников, А. Д. Семенов // Современные проблемы гражданской защиты. – 2024. – № 2(51). – С. 85-93. – EDN TCZPEQ.

2. Джанджапонян, Е. П. совершенствование системы мониторинга лесопожарной обстановки / Е. П. Джанджапонян, Е. С. Титова // 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. 350-354. – EDN MJSTBY.

3. Методические рекомендации по управлению силами и средствами тушения крупного лесного пожара [Электронный ресурс] / Коршунов Н.А., Конюшенков М.Е., Перминов А.В., Савченкова В.А. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2022. – 50 с.

4. Калашников, Д. В. Особенности использования комплекса «Термические точки» на территории Ивановской области / Д. В. Калашников, А. О. Семенов // Актуальные вопросы пожаротушения : сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 26 мая 2023 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2023. – С. 77-83. – EDN TOVVYV.

5. Постановление Правительства РФ от 21.06.2023 № 1016 «О внесении изменений в Федеральные правила использования воздушного пространства Российской Федерации и признании утратившими силу отдельных положений постановления Правительства Российской Федерации от 3 февраля 2020 г. № 74».

6. Подрезов, Ю. В. Современные методологические особенности мониторинга и прогнозирования чрезвычайных лесопожарных ситуаций / Ю. В. Подрезов // Предупреждение чрезвычайных ситуаций: Опыт. Реалии. Перспективы : XXIV Международная научно-практическая конференция по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Материалы конференции, Москва, 06–07 июня 2019 года. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт по

проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2019. – С. 284-287. – EDN KOUCFD.

УДК 630.43

Д. В. Калашников, А. О. Семенов
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

МЕТОДЫ РАННЕГО ОБНАРУЖЕНИЯ ПРИРОДНОГО ПОЖАРА

В статье приведены результаты испытаний с использованием методов наземного мониторинга. Проанализированы полученные эмпирические данные и предложены рекомендации по выбору средства обнаружения горения на ранних стадиях развития природного пожара.

Ключевые слова: наземный мониторинг, лесные горючие материалы, инструментальный метод, тепловизор, очаг пожара.

D. V. Kalashnikov, A. O. Semenov

METHODS OF EARLY DETECTION OF A NATURAL FIRE

The article presents the results of tests using ground-based monitoring methods. The empirical data obtained are analyzed and recommendations on the choice of a means of detecting gorenje in the early stages of the development of a natural fire are proposed.

Key words: ground monitoring, forest combustible materials, instrumental method, thermal imager, fire source.

Проведение мониторинга за обстановкой на конкретной территории невозможно без применения специальных методов и средств, которые служат для достижения заданных целей [1].

Для обнаружения лесных пожаров и наблюдение за их развитием используются наземные средства (наземное патрулирование, наблюдение с пожарных наблюдательных пунктов, авиационные средства (авиационное патрулирование) и космические средства (специализированной автоматизированной информационной системы дистанционного зондирования Земли) [2].

В данной работе уделено внимание методам обнаружения природного пожара при наземном мониторинге. Одним из основных способов разведки лесопожарных служб является наземное патрулирование. Наземные средства обнаружения способны заблаговременно выявить пожар на начальных этапах, так как могут зафиксировать ситуацию на стадии взаимодействия источника зажигания с горючим материалом.

© Калашников Д. В., Семенов А. О., 2024

Визуальный осмотр территории считается наиболее традиционным методом обнаружения лесных пожаров [3].

Научные исследователи выделяют следующие группы методов раннего выявления признаков возгорания: органолептические и инструментальные. С помощью органолептических методов можно определяются следующие признаки: видимые (огонь, дым, конвекционная колонка), обоняемые (запах), осязаемые (тепловой поток), слышимые (треск горящего дерева). Инструментальные методы реализуются через химические и физические средства [4]. В отмеченной работе также приведена оценка перспективности современных методов обнаружения возгораний по критерию информативности. Классификация специфических признаков пожаров охарактеризована по ряду параметров: расстояние, направление, интенсивность, скорость движения фронта горения.

Анализ показал, что главным признаком является огонь, по которому можно безошибочно определить наличие пожара, его направление распространения и интенсивность. Эффективным явился метод органолептического обнаружения природного пожара. Инструментальный метод позволяет обнаружить горение через фиксацию излучения пламени и конвекционного потока.

Авторским коллективом проведены испытания, целью которых явилось получение эмпирических данных по наблюдению за развитием горения лесных горючих материалов (далее — ЛГМ) в зоне модельного очага пожара с использованием методов органолептического и инструментального выявления признаков возгорания. Площадь модельного очага пожара с ЛГМ составила около 0,1 м^2. Испытания проводились на открытой территории с лесными насаждениями. Реализация возможностей инструментального метода осуществлена с использованием тепловизора марки Fluke Ti20. Прибор позволяет мгновенно создавать подробные температурные изображения в бесконтактном режиме для быстрого определения точек перегрева. Результаты испытаний представлены в таблице.

Таблица. **Результаты испытаний по наблюдению за развитием горения ЛГМ в зоне модельного очага пожара**

Метод	Расстояние до очага	Наличие экранирования	Признаки пожара	Эмпирические данные
Органолеп-тический	3 м	отсутствует	огонь	Ярко-желтое пламя высотой до 0,2 м
			дым	Вертикальная аэрозоль серого цвета высотой до 4 м
			тепловая колонка	Просматривается на высоту до 3 м
	10 м	Частичное травянистыми насаждениями	огонь	Отчетливые отблески пламени
			дым	Отчетливое видение шлейфа, отклоняющееся по направлению ветра
			тепловая колонка	Слабовыраженные проявления

Метод	Расстояние до очага	Наличие экранирования	Признаки пожара	Эмпирические данные
	30 м	Частичное травянистыми и древесными насаждениями	огонь	Слабозаметные отблески
			дым	Наблюдалось только в зоне просмотра над насаждениями
			тепловая колонка	Отсутствие признаков наблюдения
	50 м	Частичное кроной древесных насаждений	огонь	Практически незаметное пламя в зазорах между листьями
			дым	Незначительное в зазорах между листьями
			тепловая колонка	Отсутствие признаков наблюдения
	60 м	Плотное кроной древесных насаждений	огонь	Пламя не просматривается
			дым	Отсутствуют признаки видимого наблюдения
			тепловая колонка	Отсутствие признаков наблюдения
Инструмен-тальный	3 м	отсутствует	огонь	Отчетливое изображение модельного очага на экране прибора с фиксацией температуры до 280 °С
			тепловая колонка	Ярковыраженная вытянутая форма над очагом на экране прибора с фиксацией температуры до 120 °С
	10 м	Частичное травянистыми насаждениями	огонь	Отчетливое изображение модельного очага на экране прибора с фиксацией температуры до 200 °С
			тепловая колонка	Расплывчатая форма над очагом на экране прибора с фиксацией температуры до 80 °С
	30 м	Частичное травянистыми и древесными насаждениями	огонь	Изображение очага на экране в виде точки с фиксацией температуры 120 °С
			тепловая колонка	Изображение не сформировано
	50 м	Частичное кроной древесных насаждений	огонь	Изображение очага на экране в виде точки с фиксацией температуры 80 °С
			тепловая колонка	Изображение не сформировано
	60 м	Плотное кроной древесных насаждений	огонь	Изображение очага на экране не сформировалось, температура зафиксирована 32 °С на нагретых поверхностях лесных насаждений
			тепловая колонка	Изображение не сформировано

Итак, анализируя полученные эмпирические данные можно заключить – примененные методы наземного мониторинга позволили обнаружить возгорание на начальном этапе развития горения. Такой признак пожара как огонь обнаруживается как органолептическим, так и инструментальным методом. Дым был зафиксирован только органолептическим методом, а тепловая колонка обнаружена инструментальным методом.

В ходе испытаний установлено, что наиболее эффективно на различных расстояниях были зафиксированы огонь и дым. Однако, стоит отметить, что определяющим признаком здесь выступает степень экранирования очага пожара от точки наблюдения. При плотном экранировании кроной древесных насаждений в ходе испытаний очага пожара обнаружено не было. При частичном экранировании кроной древесных насаждений обнаружение огня было эффективнее достигнуто инструментальным методом. На экране тепловизора строилась тепловая карта с градиентом температур, по которой можно быстро определить область с экстремально высокой температурой, зафиксированной при наведении на участок с пламенным горением. Тем самым, по пламенному горению в достаточно короткие сроки на открытой территории с лесными насаждениями, даже при условии частично затрудненного визуального наблюдения, можно выявить зону очага пожара.

Таким образом, методы наземного мониторинга обеспечивают возможность раннего обнаружения природного пожара. Однако, на точность определения признаков пожара влияют определенные факторы. В ходе испытаний установлено, что необходимо обращать внимание на условия по степени экранирования очага пожара от участка наблюдения. При плотном загораживании лесными насаждениями обнаружение очага пожара органолептическим (визуальным) и инструментальным методами с земли затруднено. Вместе с тем, при равных условиях экранирования и наличия сквозных зазоров между лесными насаждениями, в ходе испытаний отмечены преимущества инструментального метода с использованием тепловизора, на котором формируется тепловая карта с экстремальной температурой зоны очага пожара. Соответственно инструментальный метод при наземном мониторинге является наиболее предпочтительным по выявлении очага на ранних стадиях природного пожара.

Наземный мониторинг реализуется через осуществление патрулирования лесопожарными службами по наиболее пожароопасным участкам лесной территории. Соответственно данные оперативные группы наблюдают за изменением ситуации в реальном времени. Вместе с тем, инструментальные средства мониторинга должны иметь возможность передачи оперативной информации на специализированный диспетчерский пункт.

Для совершенствования применения приборных комплексов авторами также отмечается, что в методы наземного мониторинга должны быть включены возможности программных комплексов, которые эффективно

справляются со сбором, обработкой и анализом всех необходимых оперативных данных пожара от различных информационных источников [5].

На открытых территориях особое внимание уделяется технологиям видеонаблюдения как одному из инструментов, обеспечивающих модели мониторинга в режиме реального времени информацией с места возникающего, возникшего и развивающегося пожара [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калашников, Д. В. Мониторинг пожаров и ЧС на открытых территориях / Д. В. Калашников, А. О. Семенов // Актуальные вопросы пожаротушения : сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 26 мая 2023 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2023. – С. 83-88. – EDN SDRPTX.

2. Калашников, Д. В. Особенности современного мониторинга природных пожаров в Российской Федерации / Д. В. Калашников, А. О. Семенов // Актуальные вопросы пожаротушения : Сборник материалов III Всероссийского круглого стола, Иваново, 28–29 марта 2024 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС РФ, 2024. – С. 92-96. – EDN JUGMVX.

3. Береславец, Е. А. Современные методы обнаружения и мониторинга лесных пожаров / Е. А. Береславец // Актуальные научно-технические средства и сельскохозяйственные проблемы : Материалы VII Национальной научно-практической конференции с международным участием, Кемерово, 29 декабря 2021 года. – Кемерово: Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия, 2021. – С. 115-118. – EDN ADVWCO.

4. Анализ перспективных физических методов обнаружения возгораний / И. Р. Шегельман, О. Н. Галактионов, А. Ю. Когочев, А. С. Попов // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 12-2. – С. 335-339. – EDN XIQEMV.

5. Семенов, А. О. Особенности тушения природных пожаров на начальных этапах / А. О. Семенов, Д. В. Калашников, А. Д. Семенов // Современные проблемы гражданской защиты. – 2024. – № 2(51). – С. 85-93. – EDN TCZPEQ.

6. Апарин, А. А. Мониторинг пожаров на открытых территориях / А. А. Апарин, А. О. Семенов // Пожарная и аварийная безопасность : сборник материалов XVI Международной научно-практической конференции, посвященной проведению в Российской Федерации Года науки и технологий в 2021 году и 55-летию учебного заведения, Иваново, 10–11 ноября 2021 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2021. – С. 234-241. – EDN ETTGBT.

УДК 614.84

С. В. Карабутов, Н. В. Елфимов
ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕХНОГЕННЫХ ЧС — ВЗРЫВОВ БЫТОВОГО ГАЗА

Исследовательский акцент в статье направлен на изучение возникновения чрезвычайных ситуаций (далее — ЧС), вызванных взрывами бытого газа. Проведен краткий обзор статистки и причин возникновения ЧС, отмечены теоретические взгляды исследователей и пробелы нормативно-правового регулирования в части установки газовых анализаторов и применения одорантов. Подчёркнуто, что для снижения рисков возникновения подобных ЧС необходимо решение комплексной задачи, включающей триединство направлений — технического, нормативно-правового и экономического.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, взрыв, бытовой газ, эвакуация, правила безопасности, утечка газа, жилой фонд.

S. V. Karabutov, N. V. Elfimov

TOPICAL ISSUES OF MAN-MADE EMERGENCIES — DOMESTIC GAS EXPLOSIONS

The research emphasis in the article is aimed at studying the occurrence of emergencies (hereinafter — emergencies) caused by gas explosions. A brief review of the statistics and causes of emergencies was carried out, the theoretical views of researchers and regulatory gaps in terms of the installation of gas analyzers and the use of odorants were noted. It is emphasized that in order to reduce the risks of such emergencies, it is necessary to solve a complex problem that includes a trinity of areas — technical, regulatory and economic.

Key words: emergency situations, explosion, household gas, evacuation, safety rules, gas leakage, housing stock.

Как известно, уровень безопасности является одним из основных показателей качества жизни и состояния общества, являясь основной потребностью человека. Однако современные реалии таковы, что техногенные чрезвычайные ситуации приобретают масштабный характер, влияя на рост опасности для человека и общества, что в свою очередь заставляет, например, известного социолога Ульриха Бека говорить об «обществе риска» как современной стадии развития индустриального общества, «для которой характерно возрастающее внимание к теме распределения рисков и угроз» [0]. Развитие техносферной сферы предопределяет и одновременное наличие

© Карабутов С. В., Елфимов Н. В., 2024

опасностей, что требует пристального исследовательского внимания по снижению негативных последствий различных ЧС.

В 2023 году на территории Российской Федерации произошло 305 ЧС, что на 26,03 % больше, чем в 2022 г., большинство из которых — 84,9 % составляют ЧС муниципального и локального характера. При этом количество пострадавших увеличилось на 22,24 %, спасенных увеличилось в 9,2 раза. На долю техногенных ЧС приходится 60 % происшествий, на которых в 2023 г. погиб 281 человек, составив 91 % от общего количества погибших при ЧС. Эта тенденция характера и для 2022 г. В 2023 г. из числа субъектов РФ наибольшее количество ЧС техногенного характера произошло в Центральном федеральном округе (65 ЧС, что на 31,5 % больше, чем в 2022 г.) и Южном федеральном округе (50 ЧС, что на 16,26 % больше, чем в 2022 г.). Из числа субъектов Сибирского федерального округа наибольшее количество ЧС техногенного характера произошло в Красноярском крае — 5 ЧС [0]. Виды ЧС техногенного характера представлены на рис. 1.

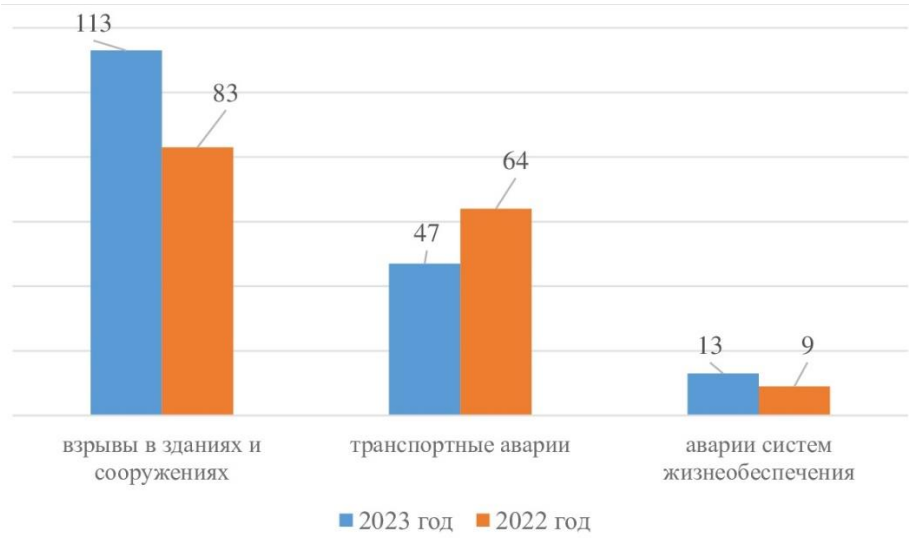


Рис. 1. Сведения по распределению техногенных ЧС по характеру и виду источников возникновения

Очевидно, что количество взрывов в зданиях и сооружениях увеличилось в годичной динамике на 260 %, что только усиливает необходимость теоретико-прикладных исследований в этой сфере.

Группа авторов — Поландов Ю. Х., Корольченко Д. А. и Евич А. А., на основе экспериментальных исследований по определению условий, при которых возникает пожар при взрыве газовых баллонов в бытовых помещениях, приходят к выводам о том, что опасность возникновения пожара зависит от теплоемкости горючих материалов, места их положения в объеме и поступления наружного воздуха. При взрыве происходит лишь пиролиз горючих материалов, а воспламенение — при имплозии (взрыв, направленный

внутрь) и поступлении наружного воздуха, при этом пожары возникают в половине случаев подобных взрывов [3]. С 2021 по 2023 гг. фиксируется рост взрывов в зданиях с последующим пожаром на 26,96 % и аварии систем жизнеобеспечения – теплоснабжения, водоснабжения, электроэнергетики и газораспределительные системы — на 44,4 %. При этом взрывы как причина пожаров демонстрирует за три года с 2021 г. динамику роста [2].

На рис. 2 представлены условия, способствующие гибели людей на пожарах.

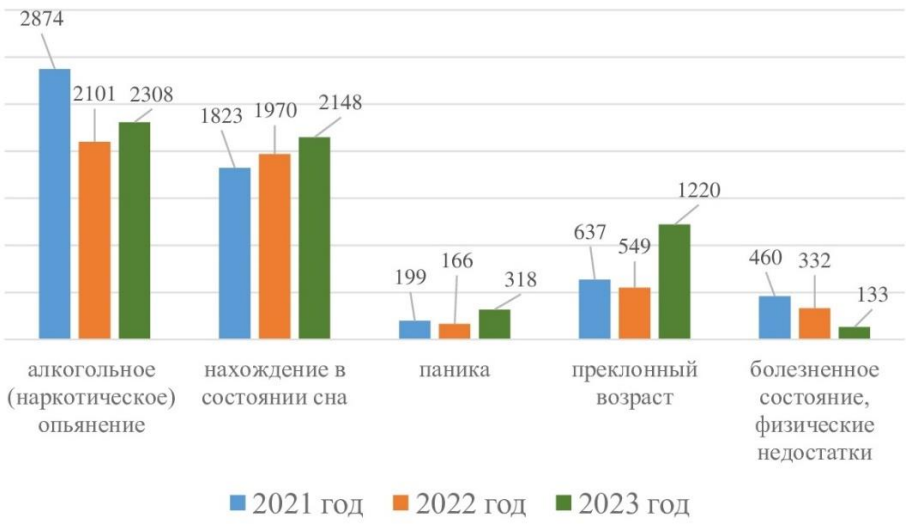


Рис. 2. Количество погибших при пожарах людей за 2021–2023 гг., гибели которых способствовали определенные условия

Паника и маломобильные слои населения в значительной мере способствует росту показателя гибели людей на пожарах. В этой связи актуализируются вопросы, направленные на своевременную эвакуацию из зданий. При этом на протяжении нескольких лет антропогенные причины остаются основными в структуре причин пожаров, а ведь именно инвариантный человеческий фактор является наиболее сложным для прогнозирования и контроля.

По свидетельству исследователей, в России 66 % жилого фонда снабжены сетевым и сжиженным газом, а ситуация последних лет демонстрирует примеры множества ЧС, связанных с утечкой бытового газа. Ученные Латышенко Г. И., Новосельский Н. К. указывают на основную задачу при безопасном использовании газового оборудования – «коллегиальную ответственность граждан за безопасное использование сети газопотребления». Одно нарушение требований безопасности приводит к аварии, в которых страдают все проживающие в доме граждане [4]. Ковальская П. А. и Герасимов А. А., на основе анализа случаев взрыва бытового газа, называют основные причины подобных ЧС — неправильное и небезопасное хранение

баллонов, небрежности в их установке, невнимательность в использовании, износ и неисправности магистрального газопровода, ошибки монтажа [5]. Вишняков А. В. и Мураев Н. П. указывают на состояние системы вентиляции в обязательном порядке предусмотренной в кухонных помещениях, однако часто вентиляционные короба самовольно демонтируются или закрываются в ходе ремонта квартир жильцами, что становясь причиной трагедий [6].

Эти утверждения можно проиллюстрировать примерами ЧС, связанными с взрывами бытового газа: 23.10.2016, Рязань, взрыв в кирпичной новостройке в результате утечки газа (у счетчика была свинчена гайка и пропан поступал в квартиру), 18.08.2020, г. Баксан Кабардино-Балкария, вспышка газовоздушной смеси из-за нарушений правил безопасности сотрудниками газовой службы в ходе работ по врезке в трубу магистрального газопровода, обрушилась несущая стена многоквартирного дома, пострадали 12 человек, 04.04.2020, г. Орехово-Зуево, Московская область, взрыв газового оборудования в одной из квартир из-за самостоятельного подключения баллона с газом одним из жильцов, в результате произошло обрушение квартир на нескольких этажах. 06.02.2024 взрыв в квартире жилого дома в Севастополе, в результате которого произошло обрушение межэтажных перекрытий. 17.01.2024 — утечка газа в деревянном двухэтажном доме в Челябинской области, в результате которого есть пострадавшие, доставленные в больницу с ожогами. 17.02.2023 — разгерметизация баллона в жилом доме пос. Дзержинка Челябинской области, в результате обрушение квартиры, пострадали четыре человека и др. [7].

Как видно из приведенной статистики, эпицентры взрывов газа находятся внутри квартир. Ученые Г. В. Плотникова и Д. А. Бодров отмечают, что «последствия таких взрывов сопоставимы с детонацией 122 миллиметрового артиллерийского снаряда», при этом разлетающиеся на десятки метров осколки создают зону сплошного поражения [8]. К числу особенностей разрушений зданий при взрывах относится и дефлаграционный тип взрывного превращения — быстрое горение газовоздушной смеси, «концентрация горючего в которой находится между нижним и верхним концентрационными пределами воспламенения, т.е. смеси, подготовленной к горению», а на формирование взрывоопасных облаков значительно влияет вентиляция помещения. Если учесть, что для такого типа взрыва характерно формирование мощных воздушных потоков в коридорах, межкомнатных и межквартирных перегородках, то разрушение конструкций происходит под воздействием избыточного давления, а последующий их выброс — под воздействием скоростного напора. При этом давление на внутреннем дефлаграционном взрыве в замкнутом объеме может достигать 700–900 кПа. Профессор Комаров А. А. еще в 2004 г. пришел к выводам о том, что основными причинами обрушения зданий при газовом взрыве являются малая несущая способность зданий относительно горизонтальных нагрузок и установка в газовых помещениях усиленных вариантов остекления, приводящее к резкому увеличению избыточного давления при аварийных взрывах [9]. Очевидно, что

проведение аварийно-спасательных работ в случае обрушений осложняется большим количеством межэтажных перекрытий, которые под воздействием взрывной волны вместе со строительным мусором, бетоном, личными вещами и изделиями складываются друг на друга.

Несмотря на ужесточение мер по контролю за техническим состоянием приборов газа и внутридомовых газопроводов, обозначенных в соответствующих Постановлениях Правительства, действующее нормативное регулирование не всегда эффективно выполняет свои функции в силу определенных пробелов. Так, например, обязательная установка газовых анализаторов в квартирах действующим законодательством не предусмотрена, она носит добровольный характер, лишь в случае тепловой мощности газового оборудования свыше 50 кВт и его установки в цокольных этажах, подвалах, пристройках к зданию, обязателен контроль загазованности с автоматическим отключением подачи газа (в этом случае речь идет жилых домах, проектирование и строительство которых начало в 2019 г.). Обязательная установка газовых анализаторов во всех домах, оборудованных газовыми приборами, остается на уровне проекта, внесенного в Госдуму. Минстрой в разъяснил, что «обязательность установки датчиков утечки газа (сигнализаторов газа), датчиков, предназначенных для мониторинга окружающего воздуха и определения концентрации содержащейся в нем двуокиси углерода (CO_2), а также любых других подобных датчиков и сигнализаторов в жилых и вспомогательных помещениях многоквартирных и жилых домов не регулируется действующим жилищным законодательством Российской Федерации». Не урегулирован и вопрос о применении одорантов – методов контроля – сильно пахнущих веществ, что особенно важно в периоды между техническим обслуживанием внутридомового и внутриквартирного газового оборудования, т.к. в это время контроль за утечками осуществляется жильцами. ГОСТ 5542-2014 Газы горючие природные промышленного и коммунально-бытового назначения. Технические условия предусматривает, что уровень запах газа при объемной доле в воздухе 1 % должен быть не менее трех баллов (умеренный запах), нижний концентрационный предел распространения пламени у природного газа в пять раз выше, а значит условия взрыва таковы, что необходима концентрация одоранта в пять раз выше уровня, соответствующего трем баллам. Конечно, не почувствовать такой сильный запах невозможно, однако случаи взрыва газа, перед которым в помещении люди либо не чувствовали запаха, либо он был не настолько сильным, чтобы вызвать беспокойство, свидетельствуют о недостаточно одорированном газе.

Эти обстоятельства повышают вероятность возникновения взрывов бытового газа, поскольку снижают оперативность и своевременность реагирования потребителей на возможные утечки газа. В этой связи интересны проекты, направленные на создание социально ориентированного предприятия по установке газовых анализаторов в квартирах: организация волонтерского движения, массовая разъяснительно-пропагандистская работа, заключение

договоров с УК и ТСЖ на установку бытовых газоанализаторов или разработанный специалистами автоматизированный телеметрической комплекс контроля до взрывных концентраций газа в бытовых жилых помещениях. Иными словами, решение проблемы взрывов бытового газа, направленное на снижение рисков возникновения ЧС, по сей день остается актуальной и комплексной задачей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаврилов К.А. От общества риска к метаморфозам мира: Памяти Ульриха Бека // Социологический ежегодник, 2015-2016: Сб. науч. тр. / РАН. ИНИОН. Центр социал. науч.-информ. исслед. Отд. социологии и социал. психологии; Кафедра общей социологии НИУ-ВШЭ; Ред. Н.Е. Покровский, Ред.-сост. Д.В. Ефременко. Отв. ред.: О.А. Симонова, М.А. Ядова. М., 2016. (Сер.: Теория и история социологии). С. 317-330;

2. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий российской федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2022-2023 г.г.»;

3. Поландов Ю.Х., Корольченко Д.А., Евич А.А. Условия возникновения пожара в помещении при газовом взрыве. экспериментальные данные // Пожаровзрывобезопасность. Т. 29. № 1. 2019. С. 9-19;

4. Латышенко Г.И., Новосельский Н.К. Исследование ситуации и пути решения проблемы, связанной с чрезвычайными ситуациями, вызванными взрывами бытового газа в жилых домах // Международный научно-исследовательский журнал. № 11 (101). Ч.2. Ноябрь. 2020. С. 96-99;

5. Ковальская П.А., Герасимов А.А. Анализ причин взрывов бытового газа, последствия и профилактика // Актуальные вопросы современной медицинской науки и здравоохранения: Материалы VI Международной научно-практической конференции молодых учёных и студентов, посвященной году науки и технологий. Екатеринбург, 2021. С.906-910;

6. Вишняков А.В., Мураев Н.П. Чрезвычайные ситуации техногенного характера, возникающие при взрывах бытового газа в многоквартирных жилых домах: причины возникновения, статистика, меры профилактики и перспективы решения проблемы // Техносферная безопасность. № 1(22). 2019. С. 141-150;

7. Взрывы газовых баллонов в жилых домах в России в 2023-2024 годах: официальный сайт РИА Новости [Электронный ресурс]. URL: https://ria.ru/20240206/gazovye_ballony1925622742.html?ysclid=m169xbz5kh153021978 (дата обращения 17.09.2024).

8. Плотникова Г.В., Бодров Д.А. Взрывы газовых баллонов, причины и последствия // Вестник Восточно-Сибирского института МВД России: научно-практический журнал. № 1 / ред. С. А. Карнович. Иркутск: ВСИ МВД России, 2013. С. 70-78;

9. Комаров А.А. Разрушения зданий при аварийных взрывах бытового газа // Пожаровзрывобезопасность. № 5. Т. 13. 2004. С. 15-23.

УДК 614.84

Е. В. Карасев, Н. А. Таратанов, Е. Ю. Курочкина
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАЗВИТИЕ ПОНЯТИЯ ОБОСНОВАННОГО РИСКА В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОЖАРНЫХ

В статье осуществлен сравнительный анализ понятий обоснованного риска в деятельности пожарных на основе истории развития этого понятия в областях деятельности человека, по тем или иным причинам являющимися рискованными.

Ключевые слова: обоснованный риск, уголовная ответственность, тушение пожаров.

E. V. Karasev, N. A. Taratanov, E.Yu. Kurochkina

THE DEVELOPMENT OF THE CONCEPT OF REASONABLE RISK IN THE ACTIVITIES OF FIREFIGHTERS

The article provides a comparative analysis of the concepts of reasonable risk in the activities of firefighters based on the history of the development of this concept in areas of human activity that are risky for one reason or another.

Key words: reasonable risk, criminal liability, fire fighting.

Тема разработки критериев крайней необходимости и обоснованного риска при тушении пожара крайне актуальна в условиях необоснованных претензий со стороны следственных и судебных органов к боевой работе пожарных. Для вынесения правосудных и справедливых решений по делам о пожарах, где давалась оценка действиям пожарных, необходима разработка критериев крайней необходимости и обоснованного риска.

Необходимость защиты пожарных продиктована участившимися случаями привлечения к уголовной ответственности РТП по ряду крупных пожаров и взыскания ущерба за, якобы, ошибочные действия, с МЧС России как ответчиков по делам о пожарах и выразилась в законодательной инициативе об оправданном риске и крайней необходимости при тушении пожаров.

Рассматривая проблему применения категории «обоснованный риск» при исследовании действий, направленных на тушение пожара, нельзя обойти вниманием историю развития этого понятия в областях деятельности человека, по тем или иным причинам являющимися рискованными. Современный институт, получил закрепление в нашем законодательстве в 1996 г., однако исследование этого явления происходило на протяжении ста лет.

© Карасев Е. В., Таратанов Н. А., Курочкина Е. Ю., 2024

Отсутствие уголовно-правовой регламентации деятельности, связанной с риском на пожаре, приводило к тому, что данные ситуации разрешались преимущественно с помощью норм гражданского права, которое освобождало работников, в том числе работников пожарной охраны, от имущественной ответственности за ущерб, относящийся к категории нормального производственно-хозяйственного риска. Так, в постановлении ЦИК и СНК от 7 августа 1928 г. «Об организации научно-исследовательской работы для нужд промышленности» предусматривалось выделение предприятиям денежных средств на внедрение в производство научно-технических достижений» с допущением в этих мероприятиях элементов риска, а Постановлением ЦИК и СНК СССР от 12 июня 1929 г. «Об имущественной ответственности рабочих и служащих за ущерб, причиненный ими нанимателю» в советское законодательство впервые было введено понятие производственного риска. В пункте 7 указанного постановления определялось, что при установлении судебными органами размеров подлежащего возмещению ущерба должны учитываться не только причинённые убытки, но и та конкретная обстановка, при которой убытки причинены. Не допустимо возложение на работника ответственности за ущерб, который может быть отнесен к категории нормального производственного риска [1].

История уголовно-правового понятия риска начинается с 1920–1930-х годов, когда практика судебно-следственных органов начала сталкиваться с проблемами оценки причинения вреда, допускаемого в ситуации риска в сфере производственно-хозяйственных отношений. Именно тогда народный комиссар юстиции Н. М. Янсон в своем докладе на VI съезде прокурорских, судебных и следственных работников РСФСР призвал точнее определять, является ли то или иное решение, причинившее вред охраняемым уголовным законом интересам, результатом злого умысла или технических дерзновений, смелости проектировавшего. В это же время был издан приказ ВСНХ СССР № 991 от 18 июля 1929 г., который установил порядок осуществления предложений рационализаторского характера, связанных с риском. В нём, в частности, оговаривалось, что работник, в том числе пожарный, не несет ответственности за отрицательные последствия риска, если при этом не было умысла.

Однако, уже в 1930 г. научные изыскания по риску прекращаются. Связано это было с тем, что в стране менялась политическая ситуация, происходил отказ от ленинских идей НЭП и переход к полностью административно-командной системе управления, в стране происходила индустриализация, шло масштабное строительство, при этом иностранные разведки и внутриполитические конкуренты правящей партии решили не терять свой шанс и устраивали масштабные диверсии на строящихся объектах, списывая данные случаи на ситуации неудачного риска. Данные действия привели к тому, что риск был объявлен буржуазным феноменом, которое чуждо советскому праву [1].

Отход от признания обоснованного риска в нашей стране в 1930–1940 годы носивший политическую окраску, сковывал развитие общественных наук, обобщение практики социалистического строительства, лишало учёных права на инициативу в постановке и решении новых теоретических проблем. Он, безусловно, не способствовал обращению ученых к этой важной, но совершенно не исследованной теме.

Теоретические изыскания по риску возобновились в 1950–1960 годах, когда произошла реформа политической системы. Именно в это время М. С. Гринберг начинает издавать свои первые работы, в том числе «Момент оправданного риска в производственном процессе» 1954 г. Как видно из названия, в то время риск, прежде всего, рассматривался применительно к производственно-хозяйственной сфере. Но, тем не менее, уже тогда ученые предполагали, что риск может быть использован как основание для освобождения от уголовной ответственности.

Несмотря на теоретические изыскания, а также бурное развитие науки и техники (освоение атомной энергии, первые шаги в космосе), риск так и не был включен ни в принятые в 1958 г. Основы уголовного законодательства Союза ССР и союзных республик, ни в республиканские Уголовные кодексы.

Следующий этап в развитии теории риска начался в перестроечный период 1985 г. В это время менялась экономическая модель развития страны, был дан зелёный свет частному предпринимательству, которое не могло обходиться без риска, именно это и дало толчок развитию теоретических изысканий в сфере риска, результатом которых стало то, что риск появился в разработанной Институтом государства и права СССР «Теоретической модели Уголовного кодекса». Статья 54 данной модели называлась «Правомерный профессиональный риск» [2].

С момента публикации «Теоретической модели Уголовного кодекса» начинается обсуждение учеными-юристами предложенной там формулировки риска, и в результате с небольшими изменениями данная статья перекочевала в текст «Основ уголовного законодательства Союза СССР и союзных республик», принятых Верховным Советом СССР 2 июля 1991 г. где она звучала следующим образом:

– Не является преступлением действие, хотя и подпадающее под признаки деяния, предусмотренного уголовным законом, но представляющее собой оправданный профессиональный или хозяйственный риск для достижения общественно полезной цели.

– Риск признается оправданным, если совершенное действие соответствует современным научно-техническим знаниям и опыту, а поставленная цель не могла быть достигнута не связанными с риском действиями, и лицо, допустившее риск, предприняло все возможные меры для предотвращения вреда правоохраняемым интересам.

– Риск не признается оправданным, если он заведомо был сопряжен с угрозой экологической катастрофы, угрозой здоровью или жизни людей.

Однако, данные основы так и не вступили в силу в связи с распадом СССР. Тем не менее, труд ученых не пропал зря, их наработки были использованы при написании Уголовного кодекса Российской Федерации 1996 г., где появилась ст. 41 «Обоснованный риск», её содержание существенно изменилось по сравнению со своими предшественницами, и несмотря на во многом не очень удачную формулировку, она ни разу не редактировалась и остаётся в первозданном виде по нынешний день.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козаев Н.Ш. Обоснованный риск как обстоятельство, исключающее преступность деяния: Автореф. Диссертация кандидата юридических наук. М, 2000.
2. Гринберг М.С. Проблемы производственного риска в уголовном праве. М. Госюриздат 1963.

УДК 614.84

Е. В. Кедровский, А. Х. Салихова
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕКТА ООО «ПРОХОРОВСКИЙ ЭЛЕВАТОР»

Современная технология хранения, переработки зерна приводит к образованию на элеваторах, мукомольных и комбикормовых заводах большого количества мелкодисперсных горючих органических материалов. В свободных объемах технологического, транспортного и аспирационного оборудования, в производственных сооружениях и помещениях может возникнуть взрывоопасные пылевоздушные смеси. Анализ результатов технического расследования взрывов на предприятиях по хранению и переработке зерна показывает, что решение проблемы взрывобезопасности производственной отрасли связано, прежде всего, с обеспечением взрывобезопасности оборудования.

Ключевые слова: пожар, пожарная опасность, пожарная безопасность, взрывобезопасность, элеватор, пылевой взрыв.

E. V. Kedrovsky, A. Kh. Salikhova

MAIN DIRECTIONS OF ENSURING FIRE SAFETY OF THE INDUSTRIAL FACILITY OF PROKHOROVSKY ELEVATOR LLC

© Кедровский Е. В., Салихова А. Х., 2024

Modern technology of grain storage and processing leads to the formation of a large number of finely dispersed combustible organic materials in elevators, flour mills and feed mills. Explosive dust-air mixtures may occur in free volumes of technological, transport and aspiration equipment, in production facilities and premises. The analysis of the results of the technical investigation of explosions at grain storage and processing enterprises shows that the solution to the problem of explosion safety in the manufacturing industry is primarily related to ensuring the explosion safety of equipment.

Key words: fire, fire hazard, fire safety, explosion safety, elevator, dust explosion.

Пожары, вызванные горючими пылями, являются серьезной угрозой для промышленных объектов и рабочих мест. Практически во всех производственных отраслях используются материалы, способные образовывать горючие пыли, такие как мука, древесная стружка, крошечные металлические частицы и другие. Именно поэтому исследование пожарной опасности технологических процессов с горючими пылями имеет важное значение.

Разработка мероприятий и внедрение технических решений, предупреждающих и исключающих опасные факторы, влияющих на промышленную и пожарную безопасность данных объектов, является обязательным при эксплуатации мукомольных предприятий, элеваторов и складов. Разрабатываемые проектные решения должны иметь практическую реализацию в части обеспечения промышленной и пожарной безопасности, предотвращения аварий, образования взрывопожароопасной среды и источников зажигания. Выполнение выпускной квалификационной работы направлено на обеспечение безопасной эксплуатации, взрывопожарной безопасности ООО «Прохоровсксий элеватор».

В соответствии с Федеральным законом от 22.07.2008 г № 123 — ФЗ »Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [1] каждый объект защиты должен иметь систему обеспечения пожарной безопасности. Целью создания системы обеспечения пожарной безопасности объекта защиты является предотвращение пожара, обеспечение безопасности людей и защита имущества при пожаре. Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты включает в себя систему предотвращения пожара, систему противопожарной защиты, комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности. Целью данного дипломного проекта является разработка инженерно-технических решений, направленных на обеспечение пожарной безопасности ООО «Прохоровский элеватор» с учетом требований действующих нормативных документов [2, 3].

Разработка мероприятий пожарной безопасности осуществлялась на основе анализа пожарной опасности технологического процесса и расчета факторов пожарной опасности и пожарного риска.

Основным взрывопожароопасным веществом, обращающимся в технологическом процессе, является зерновая пыль, ее физико-химические и пожароопасные свойства приведены ниже.

Одной из основных проблем при изучении пожарной опасности горючих пылей является сложность их поведения в условиях производства. Горючие пыли могут образовываться в больших количествах и легко воспламеняться при наличии источника зажигания. Кроме того, воздушные потоки могут распространять пыль по всему помещению, что увеличивает вероятность возникновения пожара.

Другой проблемой, с которой сталкиваются исследователи, является разработка эффективных методов предотвращения и тушения пожаров с горючими пылями. Традиционные методы, такие как применение воды или пены, могут оказаться неэффективными в случае пожара с горючими пылями из-за специфических условий горения и распространения пламени.

Для решения этих проблем исследователи разрабатывают новые методы и технологии, направленные на предотвращение и тушение пожаров с горючими пылями. Одним из направлений исследований является анализ химических свойств горючих пылей и разработка специализированных средств тушения, способных эффективно потушить пожары с пылями.

Пыль, имеющая в своём составе органические частицы – пожаровзрывоопасна. Пыль, находящаяся на оборудовании и строительных конструкциях (аэрогель), может загораться, т. е. она пожароопасная, а находящаяся во взвешенном состоянии (аэрозоль) – взрывоопасна. Химическая активность пыли во взвешенном состоянии обычно возрастает. Особенно опасна мелкодисперсная пыль. Мельчайшие её частицы имеют в сумме очень большую удельную поверхность, соприкасающуюся с кислородом воздуха, поэтому её горение происходит с большой скоростью и часто приводит к взрыву. Скорость распространения пламени горения пыли составляет 10…15 м/с, а скорость распространения взрыва достигает нескольких сот метров в секунду. Нижний концентрационный предел воспламенения зерновой пыли составляет – от 40 до 90 г/м^3. Верхний предел взрывоопасной концентрации пыли определить очень трудно; для органической пыли он принят равным 1000 г/м^3. По пожаровзрывоопасности классифицируют как IV класс — пожароопасные пыли с температурой воспламенения более 250 °С (элеваторная пыль).

Влажность частиц пыли. По-видимому, влажность может быть очень важным параметром взрывоопасности зерновой пыли с двумя значительными последствиями, а именно с повышением минимальной энергии зажигания и повышением минимальной взрывоопасной концентрации. Тепловая энергия, передаваемая влажной частице, сначала расходуется на повышение температуры зерна и влаги.

Определение перечня пожароопасных аварийных ситуаций и параметров для каждого технологического процесса осуществлялось на основе анализа пожарной опасности каждого из технологических процессов, предусматривающего выбор ситуаций, при реализации которых возникает

опасность для людей, находящихся в зоне поражения опасными факторами пожара, взрыва и сопутствующими проявлениями опасных факторов пожара.

Основными поражающими факторами аварий на возникающие в нориях при транспортировке зерна:

- избыточное давление во фронте воздушной ударной волны, образующейся при расширении ПВС при засыпке нории или пробуксовке ленты;
- прямое огневое воздействие и тепловой поток с поверхности пламени при горении ПВС.

Под зонами поражения при взрыве на элеваторе понимались зоны разрушения зданий и сооружений и зоны поражения людей ударной волной.

Параметры ударной взрывной волны рассматривались по схеме наземного взрыва определенного тротилового эквивалента с образованием полусферической волны давления, с учетом потерь энергии газа, связанных с затратами на непосредственный процесс разрушения тела трубы (распространения трещины на определенной длине) и на образование воронки.

В работе была выполнена проверка объекта на соответствие требованиям нормативных правовых актов и нормативных документов в области пожарной безопасности [1, 2, 3]. Данный анализ показал отсутствие нарушений требований пожарной безопасности на исследуемом объекте.

По материалам расследований взрывов были установлены основные причины воспламенения пылевоздушных смесей, наиболее взрывоопасные участки (блоки) технологии хранения и переработки растительного сырья, динамика развития пылевоздушного взрыва, пути его распространения по технологическим коммуникациям.

Обобщая статистические данные, можно сказать, что основными причинами взрывов являются:

- нарушения правил эксплуатации или неисправность оборудования (34 %);
- самовозгорание сырья и продуктов его переработки (22 %);
- проведение огневых работ с нарушением требований взрывобезопасности;
- нарушение правил эксплуатации зерносушильных установок (12 %);
- нарушение правил пожарной безопасности (6 %), в том числе требований взрывобезопасности при тушении пожаров на опасных производственных объектах.

Образование горючей среды при хранении и переработке зерна происходит, если концентрация пыли в воздухе превышает значение нижнего концентрационного предела распространения пламени. Для того чтоб снизить концентрацию пыли надо применять мероприятия защиты, приведенные ниже:

1. Автоблокировка приводов групп машин для того, чтобы последовательность пуска и остановки их, а также аварийная остановка одной

из машин этой группы исключали возможность блокировку другого оборудования.

2. Блокировка приводов вентиляторов аспирационных установок с приводами аспирируемого оборудования.

3. Блокировка приводов задвижек воздуходувок с пусковыми устройствами каждой воздуходувки.

4. Светозвуковая сигнализация, автоматически включаемая при срабатывании любой блокировки.

5. Устройство местных пылеотсосов.

6. Конструкция технологического оборудования должна исключать возможность образования мертвых зон, чтобы там не создавались опасные отложения пыли.

7. Воздуховоды аспирационных систем оборудуют лючками для очистки отложившейся пыли.

8. Герметизация оборудования, работа пневмотранспорта и аспирации под разряжением.

Как одно из решений системы противопожарной защиты, нами предлагается проектирование взрыворазрядных устройств. Взрыворазрядные устройства предназначаются для предотвращения роста давления взрыва в объеме защищаемого оборудования выше допустимого уровня в целях защиты оборудования от разрушения и предотвращения распространения пламени и продуктов взрывного горения пылевоздушной смеси в производственные помещения.

Предотвращение роста давления взрыва выше допустимого уровня осуществляется путем отвода пламени и продуктов взрывного горения и несгоревшей пылевоздушной смеси из объема защищаемого оборудования в безопасную зону за пределы производственного здания [4, 5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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

2. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации».

3. СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям.

4. Рекомендации по обеспечению пожарной безопасности силосов и бункеров на предприятиях по хранению и переработке зерна. – Москва, 1989.

5. Таубкин С.Н. Пожаро- и взрывобезопасность пылевидных материалов и технологических процессов их переработки. - М. Химия,1986 г. – 112 с.

УДК 614.83

Е. В. Кедровский, А. Х. Салихова, К. И. Буланов
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ГОРЮЧИМИ ПЫЛЯМИ

Приведены способы определения пожарной безопасности промышленных предприятий, определена опасность технологических процессов с горючими пылями, приведены проблемы исследования технологических процессов с горючими пылями.

Ключевые слова: пожарная опасность, горючие пыли, концентрационные пределы распространения пламени.

E. V. Kedrovsky, A. Kh. Salikhova, K. I. Bulanov

PROBLEMS OF RESEARCHING THE FIRE HAZARD OF TECHNOLOGICAL PROCESSES WITH COMBUSTIBLE DUSTS

Methods for determining the fire safety of industrial enterprises are given, the danger of technological processes with flammable dusts is determined, and problems of studying technological processes with flammable dusts are given.

Key words: fire hazard, flammable dust, concentration limits of flame propagation.

Пожарная безопасность промышленных предприятий обеспечивается системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, а также организационно-техническими мероприятиями. Разработка таких систем осуществляется исходя из анализа пожарной опасности и защиты технологических процессов. Метод анализа пожарной опасности и защиты технологических процессов производств основан на выявлении в производственных условиях причин возникновения горючей среды, источников зажигания и путей распространения огня, без знания которых невозможно провести пожарно-техническую экспертизу проектных материалов.

Анализ пожарной опасности и защиты технологических процессов производств осуществляется поэтапно. Он включает в себя изучение технологии производств; оценку пожароопасных свойств веществ, обращающихся в технологических процессах; выявление возможных причин образования в производственных условиях горючей среды, источников зажигания и путей распространения пожара; разработку систем предотвращения возникновения пожара и противопожарной защиты, а также организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

© Кедровский Е. В., Салихова А. Х., Буланов К. И., 2024

По взрывопожарной и пожарной опасности здания и помещения с находящимися в них горючими пылями относятся к категории Б [1].

Смеси горючих пылей могут попадать в помещение в результате обработки металла, органического и неорганического сырья. Причём оно может быть инертным, но при определённых концентрациях в воздухе частицы пыли могут воспламениться. При этом стоит отметить, что горючая пыль является неизбежным побочным продуктом большинства процессов промышленного производства.

Чтобы определить риски конкретного промышленного процесса, расчёт горючей пыли проводится следующим образом.

Сначала проводятся лабораторные испытания пыли, рассчитывается избыточное давление взрыва горючей пыли.

Далее следует проверка взрывобезопасности помещений и производственных мощностей.

Испытания в лаборатории необходимы для определения класса взрывоопасности образующихся в процессе производства частиц. На основе полученной информации специалисты выбирают систему взрывозащиты для производственных мощностей. Конечно, её можно подобрать на основе справочной информации, без проведения лабораторных исследований. Но в этом случае есть риски неправильного выбора системы взрывозащиты. Ведь на каждом промышленном объекте создаётся уникальная газовая среда, состав которой зависит от множества факторов. Типовые нормы их не учитывают. В этом и заключается одна из основных проблем исследования пожарной опасности технологических процессов с горючими пылями: имеют место случаи, когда ещё на проектном этапе системы взрывозащиты специально берутся меньшего класса для экономии.

Горючесть пыли рассчитывается специалистами по следующим показателям:

нижний концентрационный предел распространения пламени, который характеризует наименьшее содержание пыли в помещении для возгорания;

верхний концентрационный предел распространения пламени;

максимальное давление при взрыве;

максимальная скорость нарастания давления взрыва;

индекс тяжести взрыва при детонации.

При данном расчёте горючих пылей так же наблюдается ряд проблем.

Так, например при расчётах не всегда учитываются различные состояния веществ. Так, многие металлы (алюминий, магний и др.), относятся по к негорючим веществам [2] в компактном состоянии. При переводе их в мелкодисперсное состояние, переходят в разряд горючих материалов, так как начинают гореть со скоростью взрыва.

Так же стоит отметить отсутствие некоего эталона определения показателей физических и химических свойств веществ: разные определения самих свойств, разные данные по, например, концентрационным пределам, в различных источниках.

Так, например, температура самовоспламенения – наименьшая температура окружающей среды, при которой в условиях специальных испытаний наблюдается самовоспламенение вещества [2]. Показатель «температура самовоспламенения» применим для пылей, находящихся в осевшем состоянии. В.Т. Монахов [3] даёт другое определение «Температура самовоспламенения - самая низкая температура вещества (или его оптимальной смеси с воздухом), при нагревании до которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций, приводящее к возникновению пламенного горения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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

2. Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения: ГОСТ 12.1.044-89. – Переизд. с изм. № 1. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2006. - 99 с.

3. Монахов В.Т. Показатели пожарной опасности веществ и материалов. Анализ и предсказание. Газы и жидкости / В.Т. Монахов – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2007. - 248 с.

УДК 614.845.1

Д. Ф. Кожевин, В. Г. Естехин
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ДОСТАВКИ ПЕРВИЧНЫХ СРЕДСТВ ПОЖАРОТУШЕНИЯ НА ОБЪЕКТАХ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

За последние несколько лет существенно увеличилось количество пожаров на морских (речных) судах. Большая часть пожаров происходит на судне, когда оно находится в автономном плавании. Для повышения эффективности использования первичных средств пожаротушения авторами был разработан эксперимент по определению скорости доставки огнетушителей на судне. В статье приведены экспериментальные значения скорости доставки первичных средств пожаротушения на объектах морского транспорта, а также анализ полученных результатов.

Ключевые слова: пожары на морских (речных) судах, огнетушители на судах, скорость доставки огнетушителей на судах.

© Кожевин Д. Ф., Естехин В. Г., 2024

D. F. Kozhevin, V. G. Estekhin

DETERMINATION OF THE SPEED OF DELIVERY OF PRIMARY FIRE EXTINGUISHING AGENTS AT WATER TRANSPORT FACILITIES.

Over the past few years, the number of fires on sea (river) vessels has increased significantly. Most of the fires occur on the ship during independent sailing, in order to increase the efficiency of using primary fire extinguishing means. The authors developed an experiment to determine the speed of delivery of fire extinguishers on the ship. The article presents experimental values of the speed of delivery of primary fire extinguishing agents at marine transport facilities, as well as an analysis of the obtained results.

Key words: fires on sea (river) vessels, fire extinguishers on ships, statistics of fires on ships.

Введение

В ранее опубликованных материалах авторов [1, 2] проанализирована мировая статистика пожаров на морских судах, где установлено, что Россия занимает первое место по числу пострадавших на объектах транспорта. Подавляющее большинство пожаров происходило, когда судно находилось в открытом море, а использование судовых систем пожаротушения, включая первичные средства пожаротушения (далее-ПСП) показали низкую эффективность. Авторами был проведен сравнительный анализ нормативных документов [4, 5, 6], регламентирующих оснащение ПСП на судах различных стран мира, в результате которого было установлено, что требования предъявляемы к морским и речным судам различны, также это касается категории судовых помещений по функциональному назначению и местам расположения ПСП относительно защищаемых помещений.

Одним из факторов, определяющих эффективность применения ПСП на объекте, является оперативность его применения во время возгорания. На основании вышеизложенного авторами был разработан план проведения эксперимента [3] по определению скорости доставки огнетушителей различных типоразмеров.

Основная часть

Реализация эксперимента проходила на одном из этажей общежития, планировка которого схожа судовыми помещениями морского объекта.

По условию эксперимента в комнате № 8 произошло возгорание, пожар обнаружен участником эксперимента. Агенту необходимо было покинуть помещение, где происходил условный пожар и отправиться в помещение, где находится огнетушитель, который необходимо доставить для ликвидации условного возгорания. На рисунке представлены номера этапов, в ходе которых осуществлялась доставка огнетушителей.

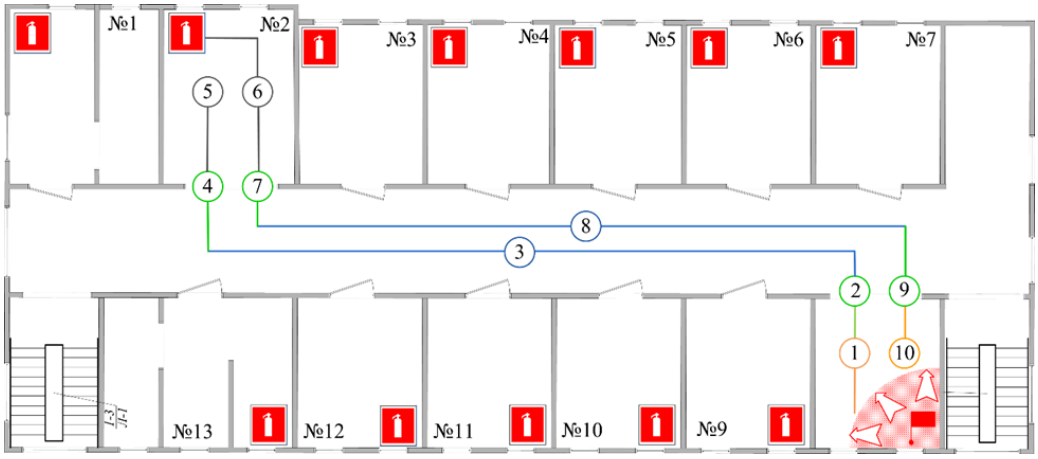


Рисунок. Расположение комнат модельного этажа и этапы проведения эксперимента

Этап № 1 — после обнаружения возгорания по внешним признакам агент покидает помещение и направляется в сторону двери;

Этапы № 2, 7 — преодоление дверного проема (дверь открывается «на себя»);

Этапы № 4, 9 — преодоление дверного проема (дверь открывается «от себя»);

Этап № 3 — движение по коридору (ровная плоскость) без огнетушителя;

Этап № 5 — движение от двери до места расположения огнетушителя;

Этап № 6 — подъем огнетушителя, движение к двери в обратной последовательности;

Этап № 8 — движение по коридору (ровная плоскость) с огнетушителем;

Этап № 10 — движение от двери, доставка ПСП к очагу пожара.

Сначала осуществлялась доставка огнетушителей ОП-5 (масса 6,8 кг), далее ОП-6 (масса 7,8 кг), после ОП-8 (масса 10,1 кг) и в завершении ОП-10 (масса 14 кг). В таблице представлены экспериментальные значения.

Таблица. **Экспериментальные значения**

Без нагрузки, м/мин					
Типоразмер огнетушителя	(Этап №1)	(Этап №2)	(Этап №3)	(Этап №4)	(Этап №5)
Без нагрузки	106,8	22,8	106,3	19,7	95,5
С нагрузкой, м/мин					
Типоразмер огнетушителя	(Этап №6)	(Этап №7)	(Этап №8)	(Этап №9)	(Этап №10)
ОП-5	81,07	22,71	122,15	19,85	119,34
ОП-6	72,17	17,87	103,44	16,86	109,35
ОП-8	71,56	17,30	105,64	16,26	111,61
ОП-10	61,89	20,15	107,31	15,29	102,63

Анализ экспериментальных значений

Самая минимальная скорость с отягощением в виде огнетушителя была зафиксирована на этапе № 6, где участнику эксперимента было необходимо поднять ПСП и начать движение в помещение, где находился условный очаг пожара. Самая минимальная скорость на данном этапе зафиксирована у агентов, которые доставляли огнетушитель ОП-10. Участники эксперимента, которые осуществляли доставку огнетушителей ОП-5 показали самую высокую скорость при движении с отягощением. Данные показатели обусловлены влиянием массы огнетушителей при движении, разница в массе ОП-10 и ОП-5 составляет 7,2 кг. В свою очередь участники эксперимента, осуществляющие доставку огнетушителей по горизонтальной проекции (этап № 8 и № 9), показали скорость выше, чем при движении без отягощения.

Вывод

Исходя из вышеизложенного следует, что на скорость доставки огнетушителей оказывает влияние масса ПСП. Так, например на этапе № 6 скорость движения с отягощением по средним значениям на 25 % ниже, чем при движении без огнетушителя, тогда, как участники эксперимента, осуществляющие движение по коридору (этап № 8), показали в среднем выше скорость на 3 %, чем агенты без огнетушителя. Близкие значения были зафиксированы при движении агентов на этапе № 10, где скорость с огнетушителем была выше на 3,5 % чем при движении без отягощения. Анализируя экспериментальные значения, представляется возможным сделать следующее заключение, что на скорость доставки огнетушителя влияет его непосредственная масса, которая в свою очередь оказывает воздействие на смещение центра масс участника эксперимента. Чем больше масса переносимого огнетушителя, тем больше угол смещения центра масс, который в свою очередь влияет на скорость движения агента. Для получения расчетных значений и определения координат цента тяжести агентов (экипажа судна) необходимо построить трехмерную проекцию в программном продукте [8]. В дальнейшем поправочные коэффициенты могут быть применены в апробированных программных продуктах [8, 9].

Список литературы

1. Кожевин Д.Ф., Естехин В.Г. Оценка эффективности применения огнетушителей на водном транспорте // Проблемы управления рисками в техносфере. 2022. № 4 (64). С. 8–20.

2. Кожевин Д.Ф, Таранцев А.А., Естехин В.Г., Коновалов И.Н. Анализ нормативных требований к огнетушителям, размещаемым на судах // Морские интеллектуальные технологии, 2023. № 3 часть 1, С. 170—178. DOI: 10.37220/MIT.2023.61.3.017

3. Финни Д. Введение в теорию планирования экспериментов.

4. Российский Морской Регистр Судоходства «Правила классификации и постройки морских судов, часть VI противопожарная защита».

5. оссийское Классификационное Общество «Правила классификации и постройки судов, часть III Противопожарная защита». URL: https://rfclass.ru

6. Международная Конвенция по охране человеческой жизни на море 1974 года SOLAS 74. URL: https://docs.cntd.ru/document/901765675.

7. Autodesk AutoCAD: Design and drafting software.

8. Программа СИТИС: Флоутек – программное обеспечение для моделирования процесса эвакуации людей из здания. URL: https://www.syssoft.ru/Sitis/SITIS-Floytek-PRO/ (дата обращения: 13.05.2024).

9. Программа Pathfinnder – расчет времени эвакуации людей. URL: https://pyrosim.ru/raschet-vremeni-ehvakuacii-lyudej дата обращения: 13.05.2024).

10. Программа Fenix + 3 – расчет пожарного риска. URL: https://mst.su/fenix3/

УДК 614.8

Э. А. Коломейцева[1], Е. В. Ерохина[2]
[1]ООО «АПОТЕКС»
[2]Институт химии растворов им. Г. А. Крестова Российской академии наук
(г. Иваново)

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ОГНЕ- ТЕРМОЗАЩИТНЫХ БИОСТОЙКИХ ПОЛИМЕРНЫХ, ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЩЕСТВА

В статье авторами обоснована актуальность создания инновационных текстильных материалов, характеризующихся высокими свойствами огне- и термозащиты. Описаны разработки инновационных экологически безопасных замедлителей горения, огне-биозащитных составов для технических текстильных полимерных материалов.

Ключевые слова: текстильный материал, огнезащита, термозащита, биостойкие материалы, замедлители горения

E. A. Kolomeitseva, E. V. Erokhina

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE FIRE- AND HEAT-PROTECTIVE BIO-RESISTANT POLYMERIC, TEXTILE MATERIALS TO ENSURE FIRE AND ENVIRONMENTAL SAFETY OF SOCIETY

© Коломейцева Э. А., Ерохина Е. В., 2024

In the article, the authors substantiate the relevance of creating innovative textile materials characterized by high properties of fire and heat protection. The development of innovative environmentally friendly flame retardants, fire-bio-protective compounds for technical textile polymeric materials is described.

Key words: textile material, fire protection, heat protection, bio-resistant materials, flame retardants

Большинство волокон, волокнистых текстильных других полимерных материалов и изделий на их основе относятся к числу легкогорючих, их свойства и структура создают условия для быстрой воспламеняемости, ускоренного распространения пламени, что способствует частому возникновению пожаров и ухудшению экологической обстановки. Поэтому проблема снижения горючести, придания свойств огнезащищённости, пожаробезопасности волокнистым материалам является одной из важнейших в обеспечении безопасной жизнедеятельности в различных отраслях и сферах.

На научной базе Института химии растворов Российской академии наук ООО «Апотекс» (г. Иваново) разрабатывает инновационные экологически безопасные замедлители горения, а также огне-биозащитные составы для технических текстильных полимерных материалов. Все химические препараты являются альтернативой импортным зачастую экологически опасным, например таким, как антипирен Пробан - гидроксиметилфосфоний хлорид, выпускаемый КНР.

Разрабатываемые на основе олигомеров экологически безопасных азотсодержащих фосфоновых соединений антипирирующие составы Тезагран, а также препараты последнего поколения Термотекс являются композиционными, изменяя соотношение компонентов, в которых можно получать препараты разной направленности для различных объектов. Такой многокомпонентный состав замедлителей горения предпочтительнее, т. к. процессы пиролиза проходят в несколько стадий, и подбор компонентов позволяет воздействовать на разные стадии этих процессов в нужном направлении. Кроме того, при использовании определенных сочетаний компонентов наблюдается проявление эффекта синергизма, когда добавление небольших количеств, например, кремнийорганических или четвертичных аммониевых соединений приводит к значительному повышению эффекта огнезащищенности, а также к приданию свойств либо водоотталкивания, либо грязе-нефте-маслоотталкивание, либо биоцидности.

Замедлители горения обеспечивают одновременно высокие показатели термостойкости и огнезащищенности материалов различной природы: технические ткани из натуральных и синтетических волокон, трикотажные полотна, фенолформальдегидные смолы, при этом составляет кислородный индекс 35–45 % (норматив — не менее 28 %), стойкость к прожиганию, в частности, технических тканей — до 700 с при температуре 800 ºС (норматив — не менее 50 с), экологическую безопасность — нетоксичность как самих

антипиренов, так и отсутствие ядовитых газообразных выделений при воздействии тепловых потоков и открытого пламени.

Эффективные препараты такого ряда разработаны для нетканых материалов, производство которых увеличивается в мире в настоящее время высокими темпами. Используются нетканые материалы при пошиве специальной одежды, в транспортном машиностроении, в строительстве, при изоляции трубопроводов и т.д. Нетканые материалы с высокими огнебиозащитными свойствами представляют интерес для изготовления пожаробезопасных биостойких (подавляющих действие плесневых грибов и болезнетворных бактерий) чехлов на матрасы, мягких прокладок в транспортном машиностроении. Поставленная задача тем более важна, что, например, ныне применяемые нетканые материалы в железнодорожном транспорте при достаточно высокой их стоимости не обеспечивают как требуемые показатели огнестойкости, так и биоцидности. В других отраслях в настоящее время эти материалы практически не применяются, хотя они так же могут способствовать обеспечению комплексной безопасности.

В табл. 1 приведены показатели свойств нетканых материалов с использованием препарата Тезагран-Н-Био.

Таблица 1. **Основные показатели свойств огнебиозащищенных теплошумоизоляционных нетканых материалов для транспорта**

Наименование показателей	**Значения показателей для материалов разного волокнистого состава**			
	Лен-100%	**ПЭФ - 100%**	**Лен-40% ПЭФ-60%**	**Композит: лен-80%, ПЭФ-20% микропленка-синергетик**
Ширина, см	90-270	100-250	90-280	100-250
Толщина, мм	1,5-10	1,0-5,0	1,5-4,0	2-4
Поверхностная плотность, г/м^2	110-400	100-450	130-420	250-500
Коэффициент звукопоглощения	0,3-0,5	0,4-0,6	0,6-0,7	0,8-0,9
Кислородный индекс, %	36-39	32-35	34-37	36-38
Стойкость к прожиганию t - 800^{0}С, с	15-40	-	15-47	75-120

Наименование показателей	**Значения показателей для материалов разного волокнистого состава**			
	Лен-100%	**ПЭФ - 100%**	**Лен-40% ПЭФ-60%**	**Композит: лен-80%, ПЭФ-20% микропленка-синергетик**
Коэффициент биоустойчивости, %	94	98	97	97
Гигроскопичность, %, не более	Не более 12	Не более 8	Не более 10	
Группа горючести	Трудногорючие			

Весьма важное направление — выпуск объемных материалов толщиной до 150 мм, используемых в стройиндустрии. Так, объемные утеплители из ежегодно возобновляемого лубоволокнистого сырья (лён, безканнабиоидная конопля), полученные с использованием эффективных экологичных препаратов, могут заменить ныне применяемые в строительной отрасли Российской Федерации, утеплители на основе стекловолокна, минеральных волокон, полистирола и др. Следует подчеркнуть, что эти утеплители экологически небезопасны, обладают очень низкой пожароустойчивостью и термостойкостью, в связи, с чем в Евросоюзе и США их применение запрещено.

В последнее время проводились исследования и подработка композиционных экологически безопасных составов, придающих сверхвысокие огнетермостойкие свойства полимерным материалам, содержащим смесь термостабилизированных синтетических волокон и ариламидных компонентов. Для увеличения показателей огнезащищённости и термостойкости в композиционный состав вводились эффективные катализаторы интумесценции, коксообразования, в том числе наноразмерные, разработана концепция образования прочного термозащитного карбонизованного пенококсового слоя на поверхности полимерного материала.

Таким образом, разрабатываемые препараты обеспечивают высокие показатели огнезащищённости, термостойкости и, при необходимости, биоцидности (способности подавлять действие болезнетворных микроорганизмов и плесневых грибов) для текстильных материалов различного сырьевого состава. Такие инновационные технические материалы могут быть использованы в жёстких экстремальных условиях и востребованы в газовой, нефтяной отраслях, строительстве, транспортной инфраструктуре, а также сфере МЧС и ОПК: костюмы военнослужащих, боевая одежда пожарных, тенты, полога для военной техники, чехлы для защиты электрокабелей и др.

Разработанные полимерные материалы могут быть использованы, в том числе, в районах Крайнего Севера, Арктики, проведёнными нами исследованиями установлено, что высокие защитные свойства материалов при этом сохраняются.

В табл. 3 даны характеристики дыма и газов, выделяемых при пиролизе, в том числе, ткани, обработанной антипиреном Тезагран-Эко.

Результаты, представленные в табл. 3, наглядно показывают высокую экологическую безопасность текстильного материала, полученного с использованием разработанного мультифункционального препарата Тезагран-Эко. Методами дифференциального термического анализа, газовой хроматографии, масс-спектрометрии было установлено, что химические соединения, входящие в композиционные составы, проявляют своё действие в конденсированной фазе пиролиза и горения, а также могут эффективно ингибировать окислительные радикальные процессы в газовой фазе, то есть значительно уменьшать количество горючих ядовитых летучих продуктов.

Таблица 2. **Огне- и биозащитные свойства технических тканей и нетканого материала из синтетических волокон**

Состав тканей, поверхностная плотность, г/м^2	**Коэффициент био устойчивости, %**	**Показатели огне-биозащищенности**		
		Кислородный индекс, %	**Устойчивость к прожиганию, с. (температура 800^{0}С)**	**Высота обугленного участка, мм, (воздействие пламени -200 с)**
Необработанные текстильные материалы				
Термэль (преокс), 250±10	79	26,0	45	185
Арсида (метаарамид), 320±10	70	27,2	34	горит
Нетканый материал, (полиэфир), 450±10	76	14,6	не определяется	сгорает полностью, плавится
Текстильные материалы, обработанные комплексным мультифункциональным препаратом Тезагран - Эко				
Термэль (преокс), 270±10	98	38,7	430	86
Арсида (метаарамид), 350±10	94	38,7	670	73
Нетканый материал, (полиэфир), 500±10	89	34,5	не определяется	59
Норматив	Не менее 80 %	Не менее 28 %	Не менее 40–50 с	Не более 150 мм

Таблица 3. **Характеристики выделяемых при пиролизе текстильных материалов дыма и газов**

Наименование материала	Удельная оптическая плотность дыма	Концентрация выделяющихся газов (м.ч. на 1000 м.ч. газовой смеси)			
		Монооксид углерода (CO)	Циановодород (HCN)	Оксиды азота	Диоксид углерода (CO_2)
1.Ткань Термэль (преокс)	197	173	91	41	184
2.Ткань Термэль, обработанная антипиреном Тезагран-Эко	154	65	42	17	95
3. Образец сравнения: силиконизированный арамид	220	264	53	19	172

В настоящее время проводятся исследования по разработке технических материалов с высокими свойствами огнезащиты, термостойкости для блокирования теплового излучения, воспринимаемого тепловизором. Кроме того, предполагается выпуск изделий из абсолютно негорючей термостойкой ткани Анти-Пирос, являющейся эффективной защитой от пламени пожара и высоких температур. Ткань обработана антипиреном Тезагран-Эко, экологически безопасна, способна закрыть очаг возникновения пожара в жилых, производственных помещениях, в атомной промышленности, на транспорте, особенно там, где невозможно тушение пожара общеизвестными способами (вода, пена и др.).

Разработка и внедрение предлагаемых выше химических препаратов и материалов с их использованием будет способствовать обеспечению комплексной безопасности и технологического суверенитета страны в данной области.

УДК 661.16.03

Е. Г. Коробейникова, Д. И. Блюденов
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МЕТОДОВ РАСЧЕТА СТЕХИОМЕТРИЧЕСКОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ПЫЛЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ СЕРУ

© Коробейникова Е. Г., Блюденов Д. И., 2024

Рассмотрены расчетные методы определения стехиометрической концентрации органических пылей гербицидов, содержащих серу. Для веществ подобного состава представлена усовершенствованная формула расчета стехиометрической концентрации.

Ключевые слова: органические пыли, содержащие серу, гербициды, стехиометрическая концентрация

E. G. Korobeynikova, D. I. Blyudenov

COMPARATIVE EVALUATION OF METHODS FOR CALCULATING STOICHIOMETRIC CONCENTRATION OF ORGANIC DUSTS CONTAINING SULFUR

The calculation methods for determining the stoichiometric concentration of organic dusts of herbicides containing sulfur are considered. For substances of similar composition, an improved formula for calculating the stoichiometric concentration is presented.

Key words: organic dusts containing sulfur, herbicides, stoichiometric concentration

Стехиометрическая концентрация горючей пыли в аэровзвеси — одна и важнейших характеристик вещества. Значение данной величины необходимо при выполнении пожарно-технических расчетов, например, при расчете массы, взвешенной в объеме помещения пыли [1].

Существует несколько методов расчета стехиометрической концентрации пылей, в состав которых входят, главным образом, элементы — органогены: углерод, водород, кислород и азот. Однако существует большое число твердых пылевидных веществ, содержащих гетероатомы, а именно серу, фосфор и галогены.

В настоящей работе проведена оценка методов расчета стехиометрической концентрации органических пылей, в состав молекул которых входит сера, причем содержание серы довольно значительно и превышает 6 %. Для расчета были выбраны органические пыли средств защиты растений — гербицидов. Некоторые характеристики рассматриваемых веществ приведены в табл. 1.

Таблица 1. **Характеристики органических пылей, содержащих серу**

Характеристики	**Прометрин**	**Зенкор (метрибузин)**	**Этофумезат**	**Сульфонил-мочевина**
Химическая формула	$C_{10}H_{19}N_5S$	$C_8H_{14}N_4OS$	$C_{13}H_{18}O_5S$	$C_7H_6O_3N_2S$
Молярная масса M, г/моль	241	214	286	198
Массовая доля серы, $\omega(S)$, %	13,3	15,0	11,2	16,2
Теплота сгорания, Q_H , кДж/кг	29606	25610	23159	18163

Расчет стехиометрической концентрации был проведен несколькими способами.

Способ 1. В соответствии с [2] стехиометрическая концентрация пыли может быть приблизительно вычислена по формуле (1):

$$\varphi_{\text{СТЕХ}(1)} = \frac{3{,}8 \cdot 1000}{\text{Q}_\text{Н}}, \frac{\text{г}}{\text{м}^3}, \quad (1)$$

где $\text{Q}_\text{Н}$ – теплота сгорания, МДж/кг.

Расчет низшей теплоты сгорания был проведен по усовершенствованной формуле Д. И. Менделеева [3]:

$$\begin{aligned}\text{Q}_\text{Н} = 418[(81 \cdot \text{M(C)} \cdot \text{n(C)} + 246 \cdot \text{M(H)} \cdot \text{n(H)} + 26(\text{M(N)} \cdot \text{n(N)} + \\ + \text{M(S)} \cdot \text{n(S)} + \text{M(P)} \cdot \text{n(P)} + \text{M(Se)} \cdot \text{n(Se)} + \text{M(Te)} \cdot \text{n(Te)} + \\ + \text{M(Si)} \cdot \text{n(Si)} + \text{M(B)} \cdot \text{n(B)} - \text{M(O)} \cdot \text{n(O)}]/\text{M(в} - \text{ва)}, \text{кДж/кг}\end{aligned} \quad (2)$$

где $\text{M(C)}, \text{M(H)}, \text{M(N)}, \text{M(S)}, \text{M(P)}, \text{M(Se)}, \text{M(Te)}, \text{M(Si)}, \text{M(B)}, \text{M(O)}$ — молярные массы атомов соответствующих элементов, г/моль;

$\text{n(C)}, \text{n(H)}, \text{n(N)}, \text{n(S)}, \text{n(P)}, \text{n(Se)}, \text{n(Te)}, \text{n(Si)}, \text{n(B)}, \text{n(O)}$ — число атомов соответствующих элементов в веществе.

Способ 2. Для пылей состава $C_xH_yO_zN_a$ стехиометрическая концентрация рассчитывается по формуле (3), приведенной в [4]:

$$\varphi_{\text{СТЕХ}(2)} = \frac{0{,}0087(12x+y+16z+14a)}{\left(x+\frac{y}{4}-\frac{z}{2}\right)}, \text{кг/м}^3 \quad (3)$$

Недостаток этого способа состоит в том, что этот он может быть использован для соединений, содержащих гетероатомы при условии, что их массовая доля не превышает 6 %.

Способ 3. При содержании серы в веществе больше 6 % формула для расчета может быть преобразована таким образом, чтобы учесть наличие серы в соединении. Для веществ состава $C_xH_yO_zN_aS_b$ формула для расчета стехиометрической концентрации приобретает вид (4):

$$\varphi_{\text{СТЕХ}(2)} = \frac{0{,}0087(12x+y+16z+14a+32b)}{\left(x+\frac{y}{4}-\frac{z-2b}{2}\right)}, \text{кг/м}^3 \quad (4)$$

Способ 4. Наряду со способом 3 наиболее точным представляется расчет стехиометрической концентрации по уравнению реакции горения с учетом всех элементов. входящих в соединение. В этом случае

$$\varphi_{\text{СТЕХ}(4)} = \frac{\text{M}}{\beta \cdot 4{,}76 \cdot \text{V}_\text{M}}, \text{кг/м}^3, \quad (5)$$

где M – молярная масса вещества, кг/кмоль;

β – стехиометрический коэффициент перед кислородом в реакции горения;

V_M – молярный объем газов при заданных условиях.

Расчеты по формуле (3) и (4) проводятся при нормальном давлении и температуре 20 ^{0}C, в этом случае V_M = 24,0 м^3/кмоль.

Способ 5. В работе [5] для расчета стехиометрической концентрации пылей предлагается приближенная формула (6)

$$\varphi_{\text{СТЕХ (5)}} = 3 \cdot \varphi_{\text{Н(1)}}. \quad (6)$$

В свою очередь нижний концентрационный предел распространения пламени рассчитывается по формуле (7), использующей значение энтальпии сгорания вещества [3]:

$$\varphi_{\text{Н(1)}} = \frac{8 \cdot 10^5}{Q_H}, \frac{г}{м^3}. \quad (7)$$

Способ 6. Расчет $\varphi_{\text{СТЕХ (6)}}$ проводится по формуле (6), при этом значение нижнего концентрационного предела распространения пламени вычисляется по значению коэффициента горючести (8)

$$\varphi_{\text{Н(2)}} = \frac{44 \cdot 10 \cdot M}{К_{ГОР} \cdot V_M}, \frac{г}{м^3} \quad (8)$$

где M – молярная масса горючего вещества, кг/кмоль;

V_M – молярный объем пылевоздушной смеси (при 20 ^{0}C V_M =24 м^3/кмоль).

Коэффициент горючести $К_{ГОР}$ рассчитывался по формуле (9)

$$К_{ГОР} = 4n(C) + 4n(S) + n(H) + n(N) - 2n(O) - 2n(Cl) - 3n(F) - 5n(Br) \quad (9)$$

где $n(C), n(S), n(H), n(N), n(O), n(Cl), n(F), n(Br)$ – число атомов углерода, серы, водорода, кислорода, хлора, фтора, брома в молекуле.

Результаты расчета стехиометрической концентрации различными методами для рассматриваемых пестицидов приведены в табл. 2.

Таблица 2. **Результаты расчета стехиометрической концентрации различными методами для органических пылей, содержащих серу**

Результаты расчетов	Прометрин	Зенкор (метрибузин)	Этофумезат	Сульфонил-мочевина
Химическая формула	$C_{10}H_{19}N_5S$	$C_8H_{14}N_4OS$	$C_{13}H_{18}O_5S$	$C_7H_6O_3N_2S$
$\varphi_{\text{СТЕХ(1)}}$	128,5	148,4	164,1	209,2
$\varphi_{\text{СТЕХ(2)}}$	123,3	143,9	147,3	206,3
$\varphi_{\text{СТЕХ(3)}}$	133,1	155,2	155,5	215,3
$\varphi_{\text{СТЕХ(4)}}$	133,9	156,1	156,5	216,6
$\varphi_{\text{СТЕХ(5)}}$	81,1	93,7	103,5	132,1
$\varphi_{\text{СТЕХ(6)}}$	194,7	210	245,7	319,2

Анализ результатов расчетов стехиометрической концентрации, проведенных различными методами, показывает, что наиболее точными следует считать расчеты по способам 3 и 4, которые учитывают наличие атомов серы в веществе. Вычисления с использованием значения НКПР существенно отличаются от средних значений и требуют корректировки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. М : ВНИИПО, 2009. - 27 с. Изменение №1 к СП 12.13130.2009, утвержденное приказом МЧС России от 09.12.2010 г. № 643 и введенное в действие 01.02.2011 г.
2. Пейсахов И.А. Атлас диаграмм и номограмм по газопылевой технике. – Изд. «Металлургия», 1965.
3. Земский Г.Т. Огнеопасные свойства неорганических и органических материалов. Справочник. – М., 2016. – 972 с.
4. Ю. Н. Шебеко и др. Расчет основных показателей пожаровзрывоопасности веществ и материалов. Руководство. – М.: ВНИИПО, 2002. – 77 с.
5. Корольченко А. Я. Пожаровзрывоопасность промышленной пыли. – М., Химия, 1986.

УДК 629.039.58

С. С. Косицкий, Е. А. Гришенькина, Ф. А. Алексеев
Военная академия материально-технического обеспечения
имени генерала армии А. В. Хрулева

АНАЛИЗ АВАРИЙНОСТИ ПРИ ПЕРЕВОЗКАХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ

В статье рассматривается важность анализа аварийности при пассажирских и грузовых перевозках железнодорожным транспортом для обеспечения транспортной безопасности на железных дорогах Российской Федерации, дается общая характеристика основных видов катастроф на основе актуальных статистических данных.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, чрезвычайные ситуации, анализ аварийности, безопасность движения, учет пожаров.

© Косицкий С. С., Гришенькина Е. А., Алексеев Ф. А., 2024

S. S. Kositskiy, E. A. Grishenkina, F. A. Alekseev

ANALYSIS OF ACCIDENTS IN RAILWAY TRANSPORTATION

The article discusses the importance of analyzing accidents in passenger and freight transportation by rail to ensure transport safety on the railways of the Russian Federation, and provides a general description of the main types of disasters based on current statistical data.

Key words: railway transport, emergency situations, accident analysis, traffic safety, fire records

Железнодорожный транспорт является одним из лидирующих в сфере пассажирских и грузовых перевозок, он представляет значительную угрозу не только для пассажиров, сотрудников железной дороги, но и для населения, проживающего вблизи железнодорожных путей, станций, вокзалов и депо. Чрезвычайные ситуации (ЧС) на железнодорожном транспорте могут привести к трагическим последствиям, таким как травмы, гибель людей, повреждение и уничтожение материальных ценностей, нанесение ущерба окружающей среде. Причиной этого является тот факт, что по железной дороге перевозятся огромные объемы легковоспламеняющихся, взрывоопасных, химических и радиоактивных материалов. Опасные грузы часто накапливаются на станциях и в депо, увеличивая риск возникновения катастрофических ситуаций [1,2]. Основные виды железнодорожных катастроф:

1. Столкновения поездов — могут происходить по различным причинам, включая человеческий фактор (ошибки диспетчеров, машинистов и т.п.), технические неисправности (отказ тормозов, нарушение работы систем управления и т.д.) и внешние факторы (сход рельсов, схождение лавин или оползней), могут привести к массовым жертвам и значительным материальным потерям.

2. Сходы с рельсов — происходят, когда поезд или отдельные вагоны выходят за пределы рельсового пути. Это может быть вызвано различными факторами, такими как плохие условия пути (неравномерный износ, дефекты рельсов), изношенность подвижного состава, человеческие ошибки или экстремальные погодные условия. Сходы с рельсов могут привести к опрокидыванию вагонов, повреждению инфраструктуры и травмам или гибели людей.

В [8] обозначены учетные причины нарушений безопасности движения на инфраструктуре железнодорожного транспорта на путях общего пользования. Для наглядности статистические данные были оформлены в таблице.

Таблица. **Учетные причины безопасности движения на путях общего пользования**

Причины	**Количество сходов и столкновений**	**Процент от общего количества нарушений**
Нарушения в технологии маневровой работы	56	36,4 %
Нарушение правил ремонта подвижного состава	41	26,6 %
Нарушения в текущем содержании пути	38	24,7 %
Нарушения в технологии поездной работы	7	4,5 %
ДТП	4	2,6 %
Нарушения технологии погрузки, выгрузки	3	1,9 %
Внешний фактор	3	1,9 %
Излом диска колеса	1	0,6 %
Команда на движение по неготовому маршруту	1	0,6 %
ИТОГО	154	100,0 %

Ярким примером неудовлетворительного содержания железнодорожного пути и его элементов, повлекшее за собой гибель людей является происшествие, произошедшее в Северо-Западном Федеральном округе. Так, на железнодорожном пути общего пользования 26.06.2024 в 18.12 (мск) на 1990 км пк 2 перегона Инта I — Угольный Северной железной дороги — филиала ОАО »РЖД» в пассажирском поезде № 511 (14 вагонов, населенность 232 пассажира) допущен сход 8 вагонов (со 6 по 13 вагон с головы состава, из них 7, 8, 9, 10 и 11 на боку). В результате схода смертельно травмировано 3 человека, в том числе 1 ребенок. Из-за схода задержано 10 пассажирских поездов, 1 пригородный поезд и 3 грузовых поезда. Полный перерыв движения составил 2 часа 48 минут. Было повреждено 6 пассажирских вагонов до степени исключения, 2 пассажирских вагона в объеме текущего ремонта, 100 метров железнодорожного пути, 1500 кубических метров насыпи.

Причиной транспортного происшествия явились размывы паводковыми и ливневыми водами, которые привели к скоротечному увеличению объема поверхностного стока паводковых и ливневых вод и их аккумуляции перед железнодорожной водопропускной трубой на 1990 км пк 6 с превышением ее водопропускной способности, подтоплению и последующей потере несущей способности железнодорожного земляного полотна. Фотографии с места событий представлены на рисунке.

Рисунок. Сход поезда по причине неудовлетворительного содержания железнодорожного пути

3. Пожары — на железнодорожном транспорте могут возникнуть в результате различных причин, таких как неисправности электрооборудования, нарушение правил перевозки опасных грузов, поджоги или удары молнии. Пожары могут быстро распространяться из-за наличия большого количества горючих материалов (например, топлива, масел, грузов) и представлять угрозу для людей и имущества.

4. Террористические акты на железнодорожном транспорте, такие как взрывы или захват заложников, представляют серьезную угрозу для пассажиров и сотрудников железной дороги. Террористы могут нацеливаться на железнодорожные станции, вокзалы, депо или сами поезда, что может привести к массовым жертвам и панике.

5. Диверсии на железнодорожном транспорте могут включать в себя преднамеренные повреждения путей, мостов или подвижного состава с целью нарушения работы железной дороги или причинения ущерба. Диверсии могут осуществляться различными организациями или отдельными лицами, включая экстремистские группы или недовольных сотрудников железной дороги.

В дополнение к вышеперечисленным ЧС, на железнодорожном транспорте также могут произойти другие опасные ситуации, такие как крушения мостов, обвалы туннелей и транспортные аварии с участием поездов и автомобилей.

Для обеспечения безопасности железнодорожного транспорта требуется постоянный контроль за состоянием инфраструктуры, подвижного состава и соблюдением правил перевозки опасных грузов, а также эффективная система реагирования на чрезвычайные ситуации.

Железнодорожный транспорт, являясь ключевой частью инфраструктуры, играет важную роль в перевозке пассажиров и грузов. Однако, несмотря на строгие меры безопасности, этот вид транспорта не застрахован от чрезвычайных ситуаций (ЧС).

Для предотвращения и минимизации ЧС на железнодорожном транспорте предпринимаются комплексные меры:

1. Повышение надежности пути, подвижного состава и систем управления движением.

2. Усиление контроля за соблюдением правил эксплуатации и проведением регулярных технических осмотров.

3. Улучшение подготовки персонала и повышение уровня их дисциплины.

4. Оснащение подвижного состава и инфраструктуры средствами пожаротушения и противоаварийной защиты.

5. Повышение уровня охраны объектов железнодорожного транспорта и предотвращение несанкционированного доступа посторонних лиц.

6. Разработка и внедрение систем автоматизации и телемеханики для обеспечения контроля за движением поездов и своевременного реагирования на нештатные ситуации. Несмотря на предпринимаемые меры, полностью исключить вероятность возникновения ЧС на железнодорожном транспорте невозможно.

Поэтому особое внимание уделяется организации эффективных мер по предупреждению и ликвидации последствий аварий и катастроф, включающих:

• Оперативное реагирование на ЧС, эвакуацию пострадавших и оказание им помощи.

• Организацию расследования причин и разработку мер по предотвращению подобных инцидентов в будущем.

• Создание резерва подвижного состава и материальных ресурсов для обеспечения бесперебойного движения поездов после ЧС.

• Информирование населения о правилах безопасного поведения на объектах железнодорожного транспорта и подготовка к действиям в чрезвычайных ситуациях.

Пожары и чрезвычайные ситуации на железнодорожном транспорте представляют собой серьезную проблему, последствия которых требуют тщательного учета и анализа. Для повышения эффективности мер по обеспечению пожарной безопасности необходимо совершенствовать систему учета происшествий силами всех задействованных ведомств, включая федеральные органы исполнительной власти и специализированные службы.

Важная роль в этом процессе отводится центрам управления в кризисных ситуациях МЧС России в субъектах Российской Федерации. Эти подразделения отвечают за сбор, обработку и анализ данных обо всех произошедших пожарах, авариях и ЧС на железнодорожном транспорте в зоне их ответственности. Тщательный учет последствий происшествий является основой для разработки и реализации последовательных мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС. Данные о погибших и пострадавших, материальном ущербе и экологических последствиях позволяют определить приоритетные направления работы и выделить необходимые ресурсы. Анализ данных учета пожарных происшествий на железнодорожном транспорте выявляет тенденции и

закономерности, помогающие прогнозировать и предотвращать будущие инциденты.

Так, например, анализ показывает, что значительная часть пожаров происходит в летний период в связи с высокими температурами и повышенной пожароопасностью лесов, прилегающих к железнодорожным путям. Кроме того, важным фактором, влияющим на возникновение и распространение пожаров на железнодорожном транспорте, является состояние подвижного состава. В частности, составы с опасными грузами представляют повышенную угрозу, и их перевозка требует соблюдения строгих правил безопасности. На основе анализа данных учета пожаров и чрезвычайных ситуаций на железнодорожном транспорте разрабатываются целевые программы и мероприятия, направленные на повышение уровня пожарной безопасности. Такие программы предусматривают техническое переоснащение подвижного состава, внедрение современных систем пожаротушения, обучение персонала и усиление контроля за соблюдением правил пожарной безопасности.

Эффективный учет и анализ последствий пожаров и чрезвычайных ситуаций на железнодорожном транспорте позволяет снижать риски возникновения подобных инцидентов, оперативно реагировать на происшествия и минимизировать их негативные последствия. Привлечение всех заинтересованных ведомств и служб к этому процессу создает надежную систему обеспечения пожарной безопасности, которая позволяет повысить безопасность железнодорожных перевозок и защитить жизнь и имущество пассажиров и сотрудников отрасли.

По объектам железнодорожного транспорта могут возникать чрезвычайные ситуации, сопровождаемые взрывными и пожарными процессами, что приводит к загрязнению окружающей среды. Основными поражающими факторами при таких авариях являются тепловое излучение, сопровождающееся открытым огнем, а также ударная волна и осколочные поражения от разрушенного оборудования.

Для минимизации последствий аварий на объектах железнодорожного транспорта принимаются меры по проектированию и строительству взрывобезопасных сооружений, совершенствованию технологий перевозки опасных грузов, организации систем оповещения, обучения персонала и внедрения современных средств аварийно-спасательного обеспечения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисова В.А. Развитие транспортной инфраструктуры России и анализ угроз возникновения пожаров при эксплуатации транспортных средств / В.А.Борисова, Д.Е.Строганов, Е.Н. Кадочникова //Научные исследования: итоги и перспективы. 2022. Т. 3. № 3. С. 64-72.

2. Борисова В.А. Анализ пожаров на транспортных средствах в Российской Федерации / В.А.Борисова, Д.Е.Строганов, Е.Н. Кадочникова. В сборнике: Рациональное природопользование и техносферная безопасность: теория и практика.

Сборник материалов межвузовской молодёжной научно-практической конференции. Махачкала, 2021. С. 102-109.

3. Федеральный закон от 09 февраля 2007 г. № 16-ФЗ «О транспортной безопасности» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2024).

4. Федеральный закон от 10 января 2003 г. № 17-ФЗ «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации» (ред. от 25.12.2023).

5. Приказ Минтранса России от 23.06.2022 № 250 «Об утверждении Правил технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации» (зарегистрировано в Минюсте России 20.07.2022 № 69324).

6. Транспорт в России. 2022: Стат. сб. / Росстат. – Т65 М., 2022 –101 с.

7. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: информ.- аналитич. сб. П46 Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. 80 с.

8. Нарушение правил безопасности движения на железнодорожном транспорте Российской Федерации по состоянию на 31 июля 2024 года: информ.- аналитич. и справ. мат.: Управление государственного железнодорожного надзора Федеральной службы по надзору в сфере транспорта, 2024. 20 с.

УДК 614.84

С. С. Косицкий, Д. Е. Кардаш, Е. Н. Кадочникова
Военная академия материально-технического обеспечения
имени генерала армии А. В. Хрулева

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА В ЗАМКНУТЫХ ОБЪЕМАХ ВОЗДУШНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

В статье рассматриваются вопросы обеспечения пожарной безопасности использования авиационных транспортных средств при помощи численного моделирования пожара, позволяющего определить его параметры и спрогнозировать развитие опасных факторов.

Ключевые слова: авиация, опасные факторы пожара, численное моделирование, пассажирский салон

S. S. Kositskiy, D. E. Kardash, E. N. Kadochnikova

RESULTS OF MODELING THE SPREAD OF DANGEROUS FIRE FACTORS IN CLOSED VOLUMES OF AIR TRANSPORT

The article examines the issues of ensuring fire safety in the use of aviation vehicles using numerical modeling of a fire, which allows determining its parameters and predicting the development of hazardous factors.

© Косицкий С. С., Кардаш Д. Е., Кадочникова Е. Н., 2024

Key words: aviation, dangerous fire factors, numerical modeling, passenger cabin

Современная авиация — это одна из самых мощных составляющих обороноспособности каждой страны и уникальное средство для оперативной доставки на любые расстояния специальных грузов и личного состава для ликвидации аварий, и катастроф, а также для перевозки значительного количества пассажиров и техники в различные районы нашей страны.

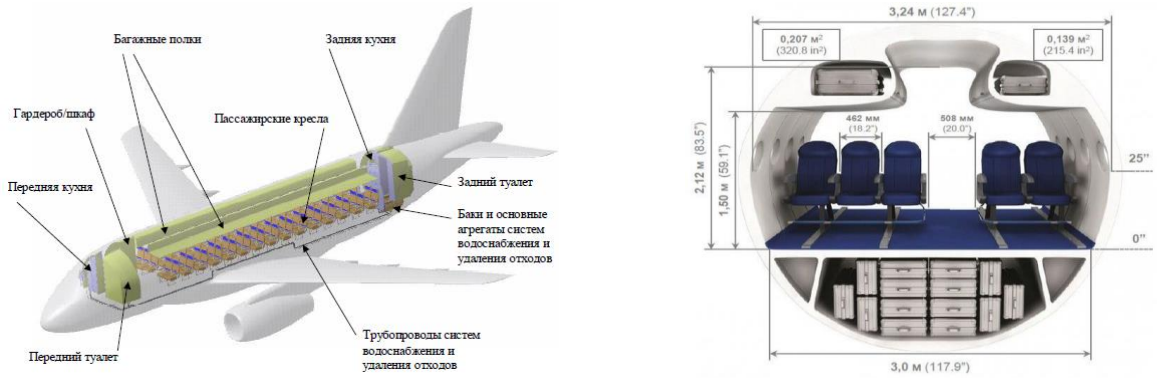
Авиация с учетом специфики ее свойств, требует особого внимания к обеспечению безопасности ее применения. Порядок обеспечения авиационной безопасности при организации и выполнении особо важных, специальных и подконтрольных рейсов регламентируется отдельными нормативными правовыми актами Российской Федерации. Практика показывает, что выполнение минимальных нормативных требований зачастую недостаточно для обеспечения безопасности полета [1, 2]. Анализ статистических данных показывает, что наиболее серьезную опасность на воздушном транспорте представляет пожар в салоне самолета. Статистические данные свидетельствуют о том, что число человеческих жертв и материальный ущерб от пожаров на самолетах не только не уменьшается, но и имеет тенденцию роста [3, 4]. Скоротечность процесса пожара на воздушном судне показывает, что оно является объектом повышенной пожаровзрывоопасности при низкой защищенности.

Для предотвращения возгорания на воздушном судне следует заранее разработать и предусмотреть возможный вариант развития пожара. Ввиду знаний особенностей развития возгорания и его распространения по наиболее уязвимым и пожароопасным местам представляется возможным предупредить, и в случае возникновения пожара, быстро и эффективно его ликвидировать. Таким образом, моделирование пожаров носит сдвоенную цель:

- разработка превентивных профилактических мер по защите объекта от возгорания (установка специализированных систем, разработка противопожарного режима);
- ускоренная ликвидация огня при его возникновении.

Одним из самых опасных вариантов пожароопасных ситуаций на транспорте являются возгорания пассажирского воздушного транспорта. В случае аварии воздушного судна, пожар является одной из самых серьезных угроз для жизни людей [5, 6]. В пассажирском салоне самолета, вследствие возникшего пожара, в кратчайшие сроки может сложиться крайне неблагоприятная обстановка. Чтобы обеспечить соблюдение требований международной сертификации воздушных судов, а также требования нормативных документов необходимо обеспечить эвакуацию всех пассажиров в течение 90 с. При этом условно считается, что 90 с — время наступления в салоне самолета условий, которые приводят к летальному исходу. Это время напрямую зависит от пожароопасных характеристик материалов, применяемых в обшивке и внутреннем оформлении воздушного судна [7, 8].

Так, для анализа распространения опасных факторов пожара был выбран российский ближнемагистральный узкофюзеляжный пассажирский самолёт «Сухой Суперджет» 100 (SSJ100). Пассажировместимость авиалайнера составляет 98 человек в базовой компоновке и 87 в компоновке для компании Аэрофлот (рис. 1). Сейчас на «Суперджетах» перевозится почти две трети пассажиров на региональных маршрутах в России.



а б

Рис. 1. Самолет SSJ100:
а — отсеки воздушного судна, б — поперечное сечение фюзеляжа

Разработка моделей пожара является важным инструментом практической части работы пожарных ввиду определения возможных сценариев развития возгорания. Применение современных компьютерных средств с использованием соответственного соответствующего программного обеспечения позволяет максимально эффективно проводить профилактику пожаров, выполнять их локализацию и тушение. Моделирование распространения опасных факторов пожара в замкнутых объемах транспортных средств в условиях горения модифицированных полимерных композитных материалов, иначе говоря, искусственное создание чрезвычайной ситуации, позволяет выявить наиболее уязвимые зоны, проверить работоспособность, эффективность систем оповещения и управления эвакуацией, а также локализации и ликвидации возгорания. Благодаря современным программам, моделирование осуществляется в виртуальной среде. Выстраивая те или иные алгоритмы, специалисты могут изменять условия, корректировать комплекс средств и технических решений, направленных на защиту от огня.

Моделирование позволяет нам определить:

- наиболее опасные зоны;
- выделить недостатки систем защиты от огня, тушения возгораний; эвакуации людей;
- оценить достаточность мероприятий по пожарной безопасности;
- выявить ранее не исследованные опасные факторы;

- проверить эффективность дополнительных средств защиты и многое другое.

Для работы с моделированием, был использован программный продукт Fire Dynamics Simulator (FDS), являющийся мощным инструментом для разработки физических процессов горения. Данный инструмент позволяет качественно оценить динамику развития пожара и распространение опасных факторов пожара с учетом всех свойств горящих веществ.

Цель проведения моделирования – определение параметров пожара на основании численного моделирования с использованием имеющихся данных по характеристикам материалов, применяемых при производстве, ремонте, эксплуатации пассажирских салонов авиатранспорта.

Анализ данных о горючих материалах, применяемых при строительстве современных фюзеляжей самолетов, позволяет получить максимальное значение приведенной пожарной нагрузки, равной 64 кг/м^2, в соответствии с проведенным экспериментом. Диаграмма распределения видов материалов, используемых в конструкции фюзеляжа самолета представлена на рис. 2.

Рис. 2. Виды материалов в конструкции фюзеляжа самолета

Численное моделирование проводилось с использованием программного средства Pyrosim, в основе которого лежит технология FDS, реализующего вычислительную гидродинамическую модель (CFD) тепломассопереноса при горении, основанную на численном уравнении Навье-Стокса.

В расчете учитывались все геометрические характеристики пассажирского салона авиалайнера. При проведении расчетов принимались следующие начальные условия:

- начальная температура среды – 20 °С;
- источник воспламенения активируется в момент времени t = 0 с;
- мощность источника воспламенения составляет 1000 кВт/м^2.

Граничными являлись следующие условия:

- объем, ограниченный сетками, размером 30 х 6,25 х 3м;
- верхняя горизонтальная поверхность объема – поверхность «Open».

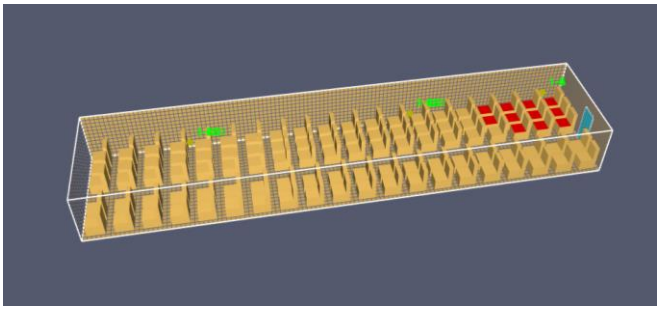


Рис. 3. Общий вид расчетной модели

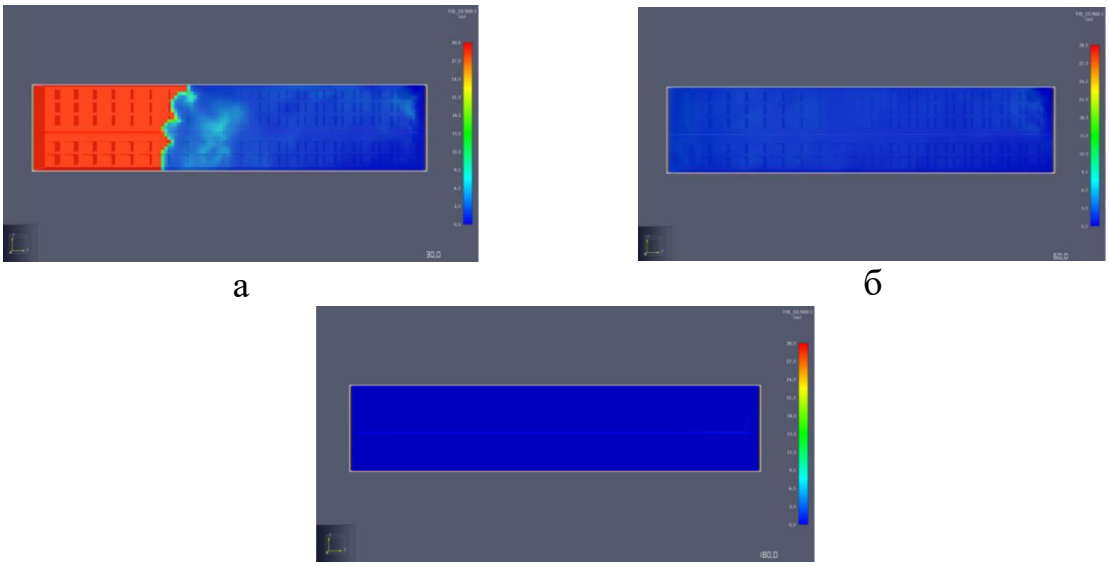
Расчетная область составила 30 х 6,25 х 3 м. Размер ячеек сеток в зоне поверхности горения — 0,25 х 0,25 х 0,25, а в зоне над очагом пожара и за пределами фюзеляжа — 0,25 х 0,25 х 0,25. Время полного расчета принималось с учетом полного выгорания пожарной нагрузки и составило 300 секунд.

При низком значении мощности пожара, локальные значения температуры достигают 300 °С. Средняя температура в зоне под потолком фюзеляжа находится в диапазоне 250…270 °С.

Исходные данные для расчета FDS задаются следующими параметрами:

- максимальная площадь очага пожара $F_п$ = 562 м^2;
- линейная скорость распространения пожара $v_л$ = 0,2 м/с;
- тепловыделение HHRPUA = 2500 кВт/м^2.

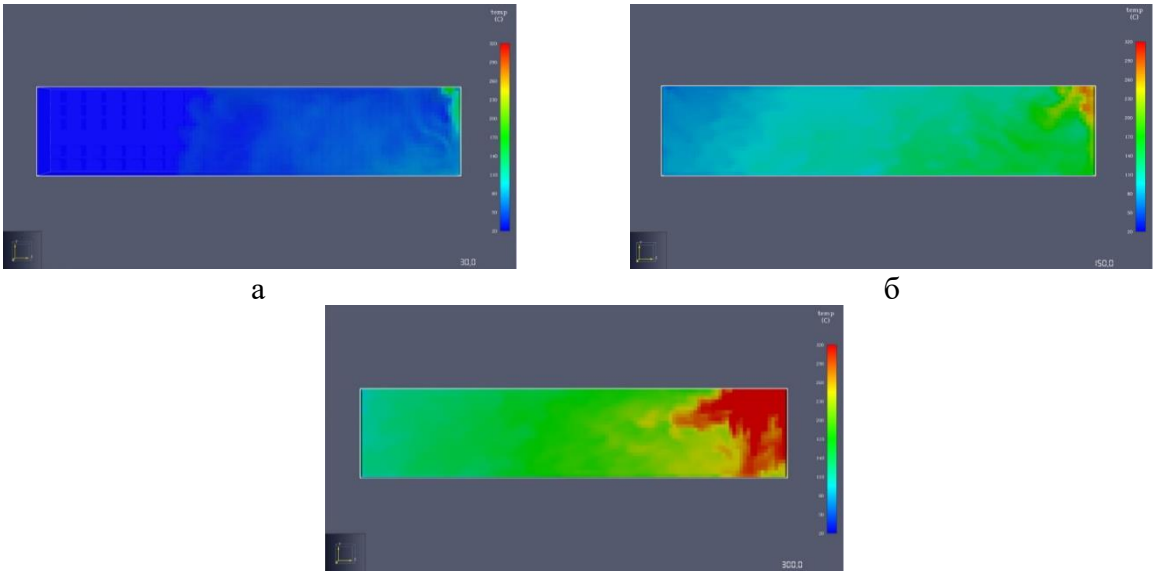
Изменение видимости в дыму, температуры газа в объеме и средней температуры в салоне представлены на рис. 4 и 5 соответственно, а графики зависимости параметров опасных факторов пожара от времени развития пожара представлены на рис. 6–9.



а б в

Рис. 4. Модель изменения процесса снижения видимости в дыму:
а — на 30 секунде (предел видимости 0.5 …15.5 м);
б — на 60 секунде (предел видимости 0.5 …3.5 м);
в — на 90–180 секунде (предел видимости 0.5 м)

Анализируя представленные данные, можно сделать вывод, что в случае возникновения пожара на борту SSJ100 уже через 60 секунд предел видимости снижается до 0,5 метров. Это значительно затрудняет эвакуацию, способствует возникновению паники на борту. Потеря возможности ориентироваться в пространстве приводит к увеличению числа пострадавших в результате пожара и интенсивного задымления салона воздушного судна.



а б

в

Рис. 5. Модель изменения средней температуры в салоне самолета
а — на 30 секунде (20…170 °С); б — на 150 секунде (20…290 °С);
в — на 300 секунде (110…350 °С)

Температура в салоне первые 2–3 минуты будет оставаться на прежнем уровне. Однако, непосредственно вблизи источника возгорания, за то же самое время увеличивается со 170 °С до 290 °С. По данным, полученным в результате моделирования пожара на борту воздушного судна, можно сделать вывод, что на эвакуацию пассажиров отводится не более 3 минут, так как уже через 3,5 минуты температура в салоне достигнет 110 °С, а в непосредственной близости к очагу возгорания до 350 °С.

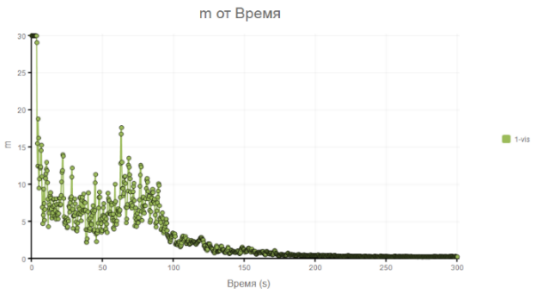


Рис. 6. Зависимость видимости от времени

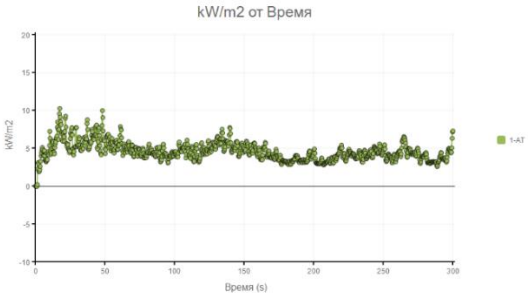


Рис. 7. Зависимость теплового потока от времени

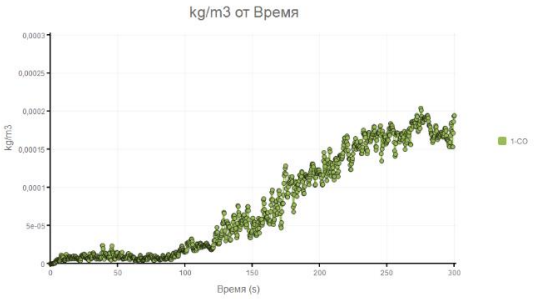


Рис. 8. Изменение количества диоксид углерода (углекислого газа) с течением времени

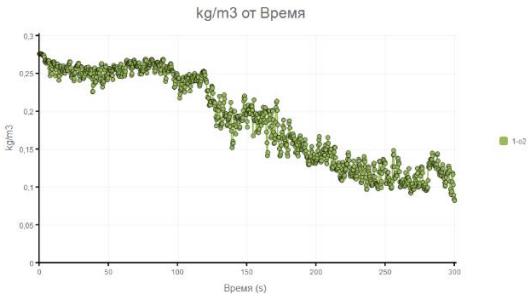


Рис. 9. Изменение количества кислорода с течением времени

Параметры химической реакции при проведении расчетов динамики развития пожара в фюзеляже самолета определяются на основании анализа количественного и качественного состава материалов, используемых при изготовлении салона.

На основании результатов численного моделирования получена зависимость значений опасных факторов пожара от времени, основанная на данных по реальным параметрам пожарной нагрузки фюзеляжей самолетов, эксплуатируемых в настоящее время.

Практический результат проведенных исследований является основой для создания системы противопожарной защиты, а также для изучения характеристик поведения материалов, применяющихся при эксплуатации, ремонте авиации и транспортных средств. Пожарная безопасность при эксплуатации и ремонте транспортных средств обеспечивается использованием при эксплуатации и ремонте транспортных средств материала повышенной огнестойкости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 09 февраля 2007 г. № 16-ФЗ «О транспортной безопасности» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2024).

2. Приказ Минтранса России от 28 июня 2007 г. № 82 (ред. от 15.09.2020) «Об утверждении Федеральных авиационных правил «Общие правила воздушных перевозок пассажиров, багажа, грузов и требования к обслуживанию пассажиров, грузоотправителей, грузополучателей».

3. Транспорт в России. 2022: Стат. сб. / Росстат. – Т65 М., 2022 –101 с.

4. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: информ.- аналитич. сб. П46 Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. 80 с.

5. Борисова В.А. Развитие транспортной инфраструктуры России и анализ угроз возникновения пожаров при эксплуатации транспортных средств / В.А.Борисова, Д.Е.Строганов, Е.Н. Кадочникова //Научные исследования: итоги и перспективы. 2022. Т. 3. № 3. С. 64-72.

6. Борисова В.А. Анализ пожаров на транспортных средствах в Российской Федерации / В.А.Борисова, Д.Е.Строганов, Е.Н. Кадочникова. В сборнике: Рациональное природопользование и техносферная безопасность: теория и практика. Сборник материалов межвузовской молодёжной научно-практической конференции. Махачкала, 2021. С. 102-109.

7. Барботько С.Л., Вольный О.С., Вешкин Е.А., Гончаров В.А. Оценка огнестойкости материалов и конструктивных элементов для авиационной техники // Авиационная промышленность. 2018. №2. С. 63–67.

8. Барботько С.Л., Вольный О.С., Кириенко О.А., Шуркова Е.Н. Анализ основных направлений исследований, выполняемых зарубежными организациями, занимающимися пожарной безопасностью авиационной техники и материалов авиационно-космического назначения (обзор) // Проблемы безопасности полетов. 2018. №2. С. 3–35.

УДК 614.841.411:667.637

А. А. Кочетова, А. Л. Никифоров, С. А. Шабунин, Н. М. Панев, С. Н. Наконечный
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

НАУЧНЫЕ ПОДХОДЫ К ПОИСКУ ОПТИМАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДНЫХ ДРЕВЕСИНЫ

Представлен краткий обзор научных подходов отечественных и зарубежных ученых к созданию огнезащитных составов для строительных материалов на основе производных древесины. Установлено, что проблемным вопросом остается разработка защитных декоративных покрытий для современных древесно-плитных материалов.

Ключевые слова: производные древесины, строительные материалы, пожарная опасность, огнезащитные составы, интумесцентные материалы.

A. A. Kochetova, A. L. Nikiforov, S. A. Shabunin, N. M. Panev, S. N. Nakonechnyy

SCIENTIFIC APPROACHES TO THE SEARCH FOR OPTIMAL COMPONENTS OF FLAME RETARDANTS FOR BUILDING MATERIALS BASED ON WOOD DERIVATIVES

A brief overview of the scientific approaches of domestic and foreign scientists to the creation of flame retardants for building materials based on wood derivatives is presented. It is established that the development of protective decorative coatings for modern wood-slab materials remains a problematic issue.

© Кочетова А. А., Никифоров А. Л., Шабунин С. А., Панев Н. М., Наконечный С. Н., 2024

Key words: wood derivatives, building materials, fire hazard, flame retardants, intumescent materials.

Строительные материалы на основе производных древесины в настоящее время широко используются в строительной индустрии для изготовления конструкций и отделки помещений. К таким материалам относят ориентировано-стружечные (ОСП) и древесно-стружечные (ДСП) плиты, фанеру. По своей структуре они являются композиционными материалами, в которых в качестве связующего используется полимерная матрица. Поэтому, они, как и собственно древесина, способны воспламеняться от различных источников зажигания, гореть и распространять пламя. В связи с этим поиск оптимальных компонентов огнезащитных составов для строительных материалов на основе производных древесины является актуальной проблемой и привлекает внимание ученых мирового сообщества.

Древесно-плитные материалы изготавливаются из цельного деревянного полотна, из древесной стружки или волокон различной формы, которые склеивают и прессуют в листы. Из-за особенностей структуры и химического состава таких материалов требуются новые подходы к огнезащитной обработке. Широко распространенные солевые составы, используемые для обработки цельной древесины, резко снижают прочностные свойства древесно-плитных материалов и не эффективны для материалов с высокой влагостойкостью [1, 2]. Поэтому отечественными и зарубежными учеными ведутся разработки огнезащитных композиций для строительных материалов из производных древесины. В частности, зарубежными учеными предлагаются покрытия из наночастиц, графена, создание молекулярных сит (например, цеолитов), использование в качестве антипирена фитиновой кислоты, лигнина и танинов, неорганических соединений, состоящих из двумерных карбидов, нитридов или карбонитридов переходных металлов. Предлагаются технологии образования защитного слоя посредством обугливания поверхности и уплотнения древесины, при котором усиливается сшивка лигнина и происходит увеличение плотности материала, что повышает сопротивляемость материала к воздействию огня [3]. При этом вышеуказанные методы и огнезащитные составы в настоящее время не находят прикладное применение в России.

Особое место как зарубежными, так и отечественными учеными, отводится интумесцентным (вспучивающимся) составам. В частности, широкое распространение получили тонкослойные огнезащитные покрытия вспучивающегося типа, способные при воздействии высоких температур образовывать на поверхности теплоизолирующий пенококсовый интумесцентный слой, препятствующий быстрому нагреванию материала, увеличивая таким образом стойкость строительных конструкций и материалов к огневому воздействию. Такие огнезащитные составы используются и для древесины.

Типовая композиция огнезащитного вспучивающегося состава включает в себя доноры кислоты (фосфаты аммония), источники углерода (пентаэритрит, целлюлоза, крахмал), порообразователи (меламин, мочевина, хлорпарафины) и полимерное связующее. Наиболее широко используются материалы на основе пентаэритрита, полифосфата аммония и меламина. Пентаэритрит способен образовывать циклические эфиры с различными веществами, в том числе и с кислотами. Также для него характерны реакции разложения с образованием высоко реакционноспособных альдегидов в топохимических условиях, похожих на те, что возникают при термолизе огнезащитного покрытия, т.е. при нагревании в присутствии катализатора дегидратации. Для меламина, мочевины, дициандиамида характерны реакции конденсации с альдегидами, при которых образуются полициклические гетероароматические структуры сложного строения и относительно большое количество побочных газообразных продуктов (аммиак, оксиды углерода, пары воды). Катализаторами данных процессов обычно являются минеральные кислоты, в том числе фосфорные. Доказано, что фосфаты аммония в огнезащитных композициях выполняют функции катализаторов дегидратации и коксообразования и являются источником вспучивающих газов. Кроме того, данные вещества, хемосорбируясь на защищаемом материале, обеспечивают адгезию образующегося пенококса к поверхности материала в условиях пожара и являются структурирующими агентами при формировании углерод-фосфорного каркаса интумесцентного слоя [4].

Как правило, создание огнезащитного состава начинается с выбора компонентов для базовой рецептуры интумесцентной композиции, которая в дальнейшем модифицируется за счет введения в разработанную композицию дополнительных компонентов, далее подбирается полимерное связующее. Для деревянных материалов предложено использовать водно-дисперсионные огнезащитные краски. В качестве пленкообразователя применяются водные дисперсии гомо- и сополимеров винилацетата. Например, известен состав на основе водной дисперсии сополимера винилацетата с этиленом, полифосфатом аммония, меламином, пентаэритритом, диоксидом титана и водой.

Теплоизолирующие свойства интумесцентного слоя, формирующегося при термолизе вспучивающегося покрытия, зависят во многом от образующейся микроструктуры. Микроструктура вспененной смолы, полученной в результате синтеза на поверхности расплавленного и застывшего полифосфата аммония, представлена крупными, преимущественно открытыми ячейками, которыми не придают образующейся структуре максимальных теплоизолирующих свойств. Поэтому в качестве добавок для выше указанной композиции отечественными разработчиками были предложены углеродные каркасные структуры (фуллерены, нанотрубки, астралены и др.) и их прекурсоры, минеральные микросферы, а также модификации фталоцианиновыми комплексами переходных металлов. При введении в огнезащитные составы вышеперечисленных добавок увеличивается их

огнезащитная эффективность, улучшаются структура образующегося пенококса и эксплуатационные характеристики огнезащитного материала. В результате испытаний было установлено, что стеклянные микросферы, каолин и водорастворимый сульфированный графен являются эффективными функциональными добавками. Оказалось, что композиции, содержащие сульфированный графен, обеспечивают задержку нагрева в поверхностном слое образца древесины, тогда как классические вспучивающиеся композиции более эффективно обеспечивают задержку нагрева в глубине образца [5].

Схожие вспучивающиеся базовые составы использовались и зарубежными учеными. В качестве дополнительных функциональных добавок предлагалось вводить минеральные наполнители (оксид титана или гидроксид алюминия) и различные бионаполнители — яичная скорлупа, зола рисовой шелухи. Использование биологических наполнителей приводит также к повышению огнезащитной эффективности вспучивающегося состава [6].

Китайскими учеными было предложено добавлять во вспучивающиеся составы на водной основе глинистый минерал монтмориллонит, который позволяет улучшить огнезащитную эффективность данных составов [7].

Таким образом, ввиду нецелесообразности использования пропиточных составов для защиты материалов на основе производных древесины, возможно использование интумесцентных покрытий, создающих под воздействием огня теплоизолирующий барьер, препятствующий прогреву горючего материала и, как следствие, замедляющего его термодеструкцию. На основе проведенного анализа можно сделать вывод, что в настоящее время сформировалась тенденция создания многокомпонентных вспучивающихся составов с набором функциональных добавок, придающих получающемуся защитному пенококсовому слою определенные свойства. Выбор оптимального соотношения доноров кислоты, источников углерода и порообразователей для вспучивающихся составов приведет к повышению их огнезащитной эффективности, тем самым снижению пожарной опасности строительных материалов на основе древесины с возможностью дальнейшей их эксплуатации после пожара.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кочетова А.А., Никифоров А.Л., Панев Н.М. Оценка пожарной опасности и подходов к огнезащите древесно-стружечных плит. Современные проблемы гражданской защиты, 2024. №3 (53). С. 13-21.

2. Кочетова, А.А. Обеспечение пожарной безопасности строительных материалов из древесины и ее производных / А.А. Кочетова, Н.М. Панев, С.А. Шабунин, С.Н. Ульева, А.Л. Никифоров // Современные пожаробезопасные материалы и технологии : сборник материалов VI Международной научно-практической конференции, 19 октября 2023 г. – Иваново : Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 115-118.

3. Albert C.M., Liew K.C. Recent development and challenges in enhancing fire performance on wood and wood-based composites: A 10-year review from 2012 to 2021. Journal of Bioresources and Bioproducts. 2024, 9. P. 27-42.

4. Зыбина О.А., Варламов А.В., Чернова Н.С., Мнацаканов С.С. О роли и превращениях компонентов огнезащитных вспучивающихся лакокрасочных композиций в процессе термолиза. Журнал прикладной химии, 2009. № 4 (82). С.1445-1449.

5. Устинов А.А. Влияние функциональных добавок на огнестойкость интумесцентных композиций // Матер. 5-й междунар. научно-практ. конф. «Ройтмановские чтения». 25 февраля 2017. Москва. М.: Академия ГПС МЧС России, 2017. С. 94-96.

6. Aqlibous A., Tretsiakova-McNally S., Fateh T. Waterborne intumescent coatings containing industrial and bio-fillers for fire protection of timber materials. Polymers. 2020, 12, 757. P. 1-16.

7. Hu X., Sun Z., Zhu X., Sun Z. Montmorillonite-synergized water-based intumescent flame retardant coating for plywood. Coatings. 2020, 10, 109. P. 1-12.

УДК 621.0

А. А. Краснов[1], К. В. Семенова[1], Т. В. Пашкова[1,2]
[1]Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России
[2]Ивановский государственный университет

КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТАТЕЛЕЙ РЫХЛЫХ МАТЕРИАЛОВ

Рассмотрены возможности классификации метателей рыхлых материалов как устройств для тушения лесных пожаров, в основу которой положены виды механизмов и типы движения их выходных звеньев.

Ключевые слова: грунтометатели, метатели, классификация, систематизация.

A. A. Krasnov, K. V. Semenova, T. V. Pashkova

CLASSIFICATION OF BULK MATERIAL THROWERS

The possibilities of classifying loose materials of loose materials as devices for extinguishing forest fires, which are based on types of mechanisms and types of movement of their output links are considered.

Key words: ground throwers, throwers, classification, systematization

Согласно [1, 2], тушение лесных и наземных пожаров в условиях дефицита воды эффективно производить с помощью грунта. Поэтому задачи в области совершенствования систем подачи грунта в области горения являются

© Краснов А. А., Семенова К. В., Пашкова Т. В., 2024

актуальными. В рамках решения этих задач представляется необходимым продолжить работы, связанные с классификацией машин и механизмов, способных обеспечивать метание рыхлых материалов, материалов, способных при силовом воздействии рассыпаться на более мелкую фракцию, начатые в [3]. К устройствам метания рыхлых материалов, с очевидностью, следует причислить и метатели сыпучих материалов, а также снега.

Все машины, осуществляющие метание рыхлых материалов, относятся к рабочим машинам [4]. Причём они, как и многие другие машины, относятся одновременно и к транспортным и к технологическим машинам, что усложняет классификацию с одной стороны, с другой, позволяет при систематизации рассматривать машину с двух сторон. Мы будем рассматривать метательные машины как машины транспортные, служащие для перемещения рыхлых материалов. Согласно [4], рабочие органы метательной машины есть выходные звенья механизма метательного устройства. Для краткости, будем называть выходное звено метательного механизма метателем.

В качестве системы таксонов примем тип, класс и вид. Диагноз типа — тип движения метателя; диагноз класса — скорость движения метателя; диагноз вида — вид звена метательного устройства.

Анализ патентной и научной информации, например, [1, 2, 5–10], показывает большое разнообразие механизмов метателей, их приводов, и их конструктивных особенностей, например, (рис. 1–6). Но, несмотря на это можно заметить, что все движения выходных звеньев метателей в системе координат, связанной с метателем, можно разделить на три типа — вращательное, поступательное и плоскопараллельное.

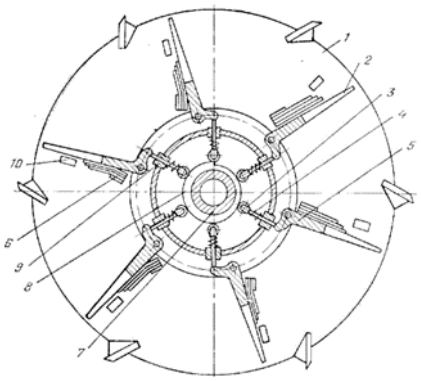


Рис. 1. Метатель грунта
А.С. СССР № 323511

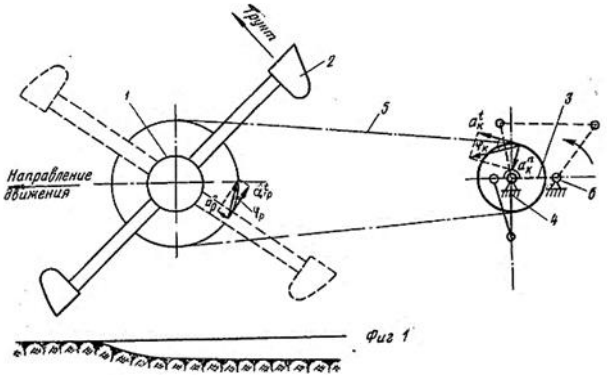


Рис. 2. Роторный метатель грунта
А.С. СССР № 386073

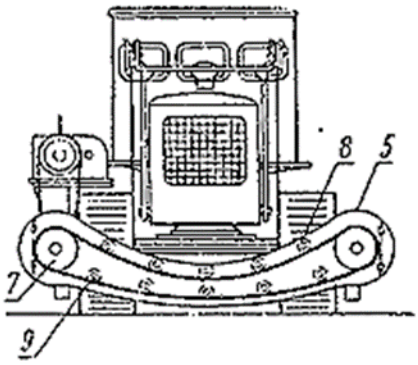


Рис. 3. Землеройно-метательная машина А.С. СССР № 132260

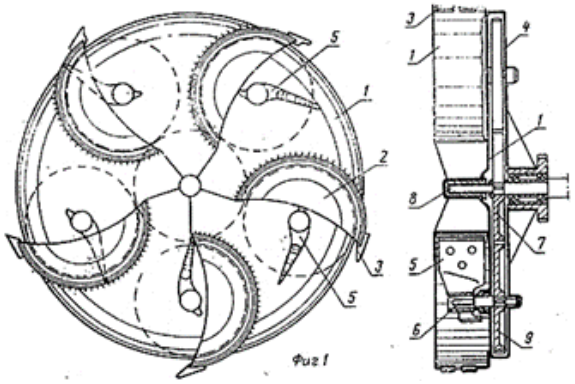


Рис. 4. Роторный ковшевой питатель-метатель А.С. СССР № 139602

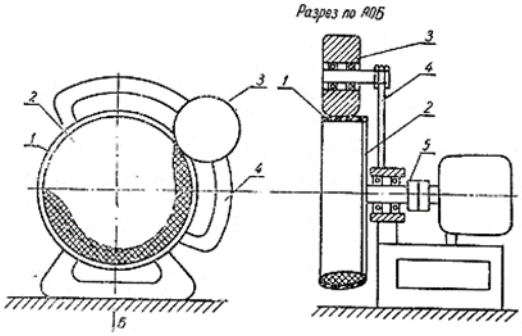


Рис. 5. Устройство для переброски (транспортировки) сыпучих материалов. А.С. СССР № 114442

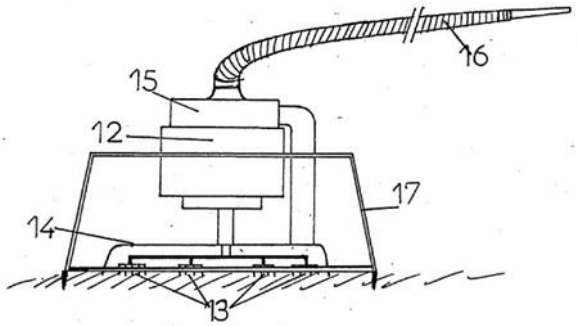
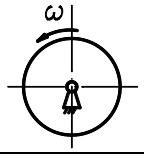
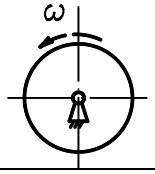
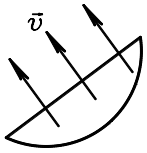
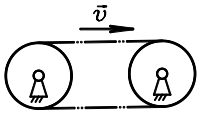
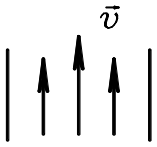
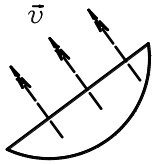
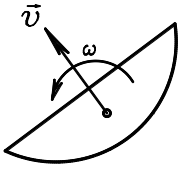


Рис. 6. Пневматический метатель рыхлых материалов. Патент FR 2568779

К первому типу (таблица) относятся большинство метателей грунта. Выходное звено механизма метателя представляет собой твёрдое тело, диск или ротор с лопастями, вращающийся относительно своей оси, захватывающий рыхлый материал, разгоняющий его до необходимой скорости движения. При этом скорость вращения метателя может быть двух классов: класс 1 — постоянная скорость (рис. 1) [5]; класс 2 — скорость вращения выходного звена метателя переменная величина (рис. 2) [6]. Необходимость введение классов, диагнозом которых является постоянство или переменность скорости вращения метателя обусловлена тем, что и динамика их и механизмы их привода для этих двух классов существенно отличаются.

Ко второму типу можно отнести механизмы, выходные звенья которых совершают поступательное движение. При этом поступательное движение выходных звеньев также может обеспечиваться любым набором механизмов. К этому же, второму, типу можно отнести и механизмы с гибкими звеньями, выходное звено которых в зоне метании рыхлого материала совершает поступательное движение (рис. 3) [7].

Таблица. **Таксонометрическая система метателей рыхлых материалов**

Тип движения рабочего органа	**Класс движения рабочего органа**	**Виды метателей**			
		1 вид	**2 вид**	**3 вид**	**4 вид**
		Твёрдое звено	**Гибкое звено**	**Упругое звено**	**Воздушная среда**
Тип 1 Враща-тельное	Класс 1 ω= const				
	Класс 2 ω≠ const				
Тип 2 Поступа-тельное	Класс 1 υ = const				
	Класс 2 υ ≠ const				
Тип 3 Плоское	Класс 1				

К третьему типу метателей можно отнести устройства, в которых выходные звенья совершают плоскопараллельное движение (рис. 4) [8]. При этом, очевидно, что плоскопараллельное движение могут не только жёсткие звенья, но и звенья гибкие.

Все типы движения могут совершать как твёрдые тела, так и упругие тела. Поэтому на практике и встречаются механизмы метателей, выходные звенья которых представляют собой упругие тела (рис. 5) [9].

Среди множества метательных машин встречаются машины, в которых в качестве выходного звена используется воздух, которые согласно классификации И. И. Артоболевского относят к пневматических машинам и механизмам [4]. В предлагаемой классификации такие метатели отнесены ко второму типу и четвёртому виду, так как, в первом приближении, воздух в выходном канале движется с постоянной скоростью.

В таблице, которая отражает классификацию метателей рыхлых материалов, имеются свободные ячейки. Это связано с тем, что либо технических решений метателей пока не найдено изобретателями, либо они пока ещё не обнаружены во всем массиве патентной и технической литературы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bartenev I. M. [et al.]. Modern Designs of Forest Fires Machines for Soil Extinguishment of Fire / I. M. Bartenev, S. V. Malyukov, M. A. Gnusov [et al.] // Proceedings of the International Symposium «Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research» (ISEES 2018) : International Symposium on Engineering and Earth Sciences, Grozny, 11-16 ноября 2018 года. - Grozny: Atlantis Press, 2018. - P. 48-53. - DOI 10.2991/isees-18.2018.10.

2. Pausas J. G. and Keeley J. E. A Burning Story: The Role of Fire in the History of Life// BioScience. - 2009. - 59(7) 593-601 doi:10.1525/bio.2009.59.7.10

3. Краснов А.А., Семенова К.В., Пашкова Т.В., Петров А.Н., Караваев В.И. О классификации и о кинематике механизмов пожарных грунтометателей.// В сборнике: Актуальные вопросы естествознания. Сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции. Сост.: Т.В. Фролова. Иваново, 2023. С. 47-50.

4. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. М.: Издательство «Наука». – 1980. – 731 с.

5. Рубин Б.И.,Полунин В.И.,Баданс А.С. Метатель грунта. А.С. СССР № 323511. Опубл. 10.12.1971 Бюл. № 1 –3 с. Заявка 1368356/29-14 15.09.1969 М. Кл E 02f 3/18

6. Худоногов Ю.А.Роторный метатель грунта. А.С. СССР № 386073. Опубл. 14.06.1973 Бюл. №26 – 2 с.

7. Подымов Л.М., Кудряшов А.В., Исаев К.С. Землеройно-метательная машина. А.С.СССР №132260 Кл.19 с . Опубл. 1960, Бюл. № 19. - 4 с.

8. Карпов А.П. Роторный ковшевой питатель-метатель. А.С. СССР № 139602.Заявка 689710/27 20.12.1960 Опубл. Бюл. № 13 – 1961 -3 с.

9. Четыркин К.И. Устройство для переброски (транспортировки) сыпучих материалов. А.С. СССР № 114442. Заявка 13770/576459 06.02.1956

10. D.J.Roger. Patent FR 2568779A1 Int Cl^4:A 62 C 1/08, 3/02, 27/24, 27/30 Procédé de lutte conte les incendies de forêts. BOPI «Brevets» № 7 du 14 fevrier 1986.

УДК 621.0

А. А. Краснов[1], К. В. Семенова[1], Т. В. Пашкова[1,2]
[1]Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России
[2]Ивановский государственный университет

К ВОПРОСУ О ГЕОМЕТРИИ КУЛИСНОГО МЕХАНИЗМА ПОЖАРНОГО ГРУНТОМЕТАТЕЛЯ

Рассмотрены вопросы геометрии кулисного грунтометателя, показана возможность изменения величины рабочей фазы метателя путём подбора параметров механизма, получены аналитическая зависимость величины рабочей фазы от межцентрового расстояния кривошипа и кулисы и от величины дезаксиала кулисы. Получены графические представления этих зависимостей.

Ключевые слова: грунтометатели, метатели, геометрия, рабочая фаза.

A. A. Krasnov, K. V. Semenova, T. V. Pashkova

ON THE ISSUE OF THE GEOMETRY OF THE ROCKER MECHANISM OF A FIRE-FIGHTING GROUND SWEEPER

The questions of the geometry of the rocker thrower are considered, the possibility of changing the value of the working phase of the thrower by selecting the parameters of the mechanism is shown, the analytical dependence of the value of the working phase on the center distance of the crank and the backstage and on the value of the deaxis of the backstage is obtained. Graphical representations of these dependencies are obtained.

Key words: ground throwers, throwers, geometry, working phase.

Ранее [1], было показано, что одним из недостатков рабочего органа грунтометателя 1 типа 1 класса 1 вида является большие нагрузки на его лопасти при ударе о грунт. Кроме этого, так как грунт относится к рыхлым материалам, при ударе он способен рассыпаться на мелкие фракции, которые при движении в вязких средах, в которых наблюдается интенсивная конвекция, не способны перемещаться на достаточное расстояние [2, 3]. Это, очевидным образом, снижает эффективность применения грунтометателей в условиях тушения наземных и лесных пожаров.

Одним из устройств, способных уменьшить своё разрушительное действие на метаемые грунты, являются метатели, приводом рабочих органов которых являются кулисные механизмы [4]. В такого вида метателях рабочий орган является выходным звеном кривошипно-кулисного механизма, который совершает полный оборот вокруг стойки. При этом, при равномерном вращении кривошипа, вращение кулисы является неравномерным: скорость

© Краснов А. А., Семенова К. В., Пашкова Т. В., 2024

вращения кулисы изменяется от максимальной в одном из двух «крайних» положений до минимальной, в другом «крайнем» положении. Слово «крайних» взято в кавычки, поскольку анализ литературных данных [5–8] не привёл к названию точек положений механизмов, в котором скорость выходного звена, совершающего полный оборот вокруг стойки, принимает максимальное и минимальное значение, а термин «крайний» без кавычек означает в чём-то интуитивно похожее, но всё-таки другое понятие.

С точки зрения сохранения относительной целостности метаемых грунтов и минимизации ударных воздействий на элементы рабочего органа, захват им рабочего материала должен производиться с наименьшей скоростью, а метание с максимальной. В связи с этим представляет интерес вопрос о величине рабочей фазы метателя, в ходе которой грунт захватывается, разгоняется и метается.

Очевидно, что рабочая фаза аксиального кулисного метателя, метателя, в котором линия движения камня проходит через ось вращения кулисы, может составлять не менее 180 градусов (рис. 1) [8]. Такая величина фазы для рабочего органа метателя грунтов может оказаться избыточной. Поэтому вопрос о поиске методов геометрического синтеза механизма привода метателя по величине рабочей фазы для пожарного грунтометателя является актуальным. Решение этого вопроса видится в замене аксиальной кулисы в рабочем органе метателя на дезаксиальный её вариант (рис. 2).

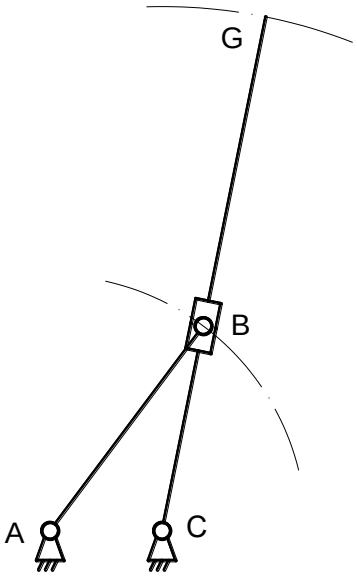


Рис. 1. Схема аксиального кулисного механизма

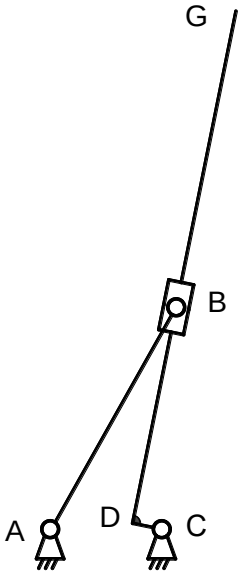


Рис. 2. Схема дезаксиального кулисного механизма

В этом случае, рабочая фаза метателя может быть уменьшена или увеличена путём вариации дезаксиала ***CD*** и межцентрового расстояния стоек кривошипа и кулисы ***AC***. Анализ схемы дезаксиального кулисного механизма (рис. 2) показывает, что величины этих вариаций лежат в определённых пределах. Так, величина межцентрового расстояния ***AC*** ограничена интервалом:

$$0 < AC < AB - DC \ , \tag{1}$$

а величина дезаксиала CB лежит в интервале:

$$0 \le CD \le AB - AC \, . \tag{2}$$

Несмотря на использование дезаксиальной кулисы, «крайние положения» механизма будут определяться точно также, как и для аксиальной кулисы, т.е. таким же расположением кривошипа AB (рис. 3):

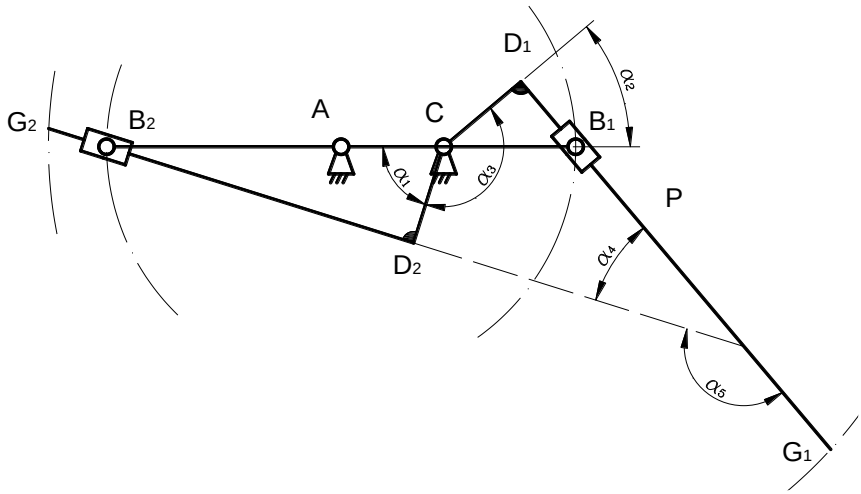


Рис. 3. «Крайние положения» механизма метателя грунта.
Индексы описывают номер положения механизма.

1) т. B располагается на прямой, проходящей через центры A и C;

2) правое «крайнее положение» - кривошип AB располагается так, что его т. B_1 располагается за пределами интервала AC со стороны центра C;

3) левое «крайнее положение» - кривошип AB располагается так, что его т. B_2 располагается за пределами интервала AC со стороны центра A.

Рабочая фаза кулисного метателя будет определяться углом α_5 (рис.3). Легко показать, что:

$$\alpha 5 = \pi - arccos(\frac{CD}{AB + AC}) + arccos(\frac{CD}{AB - AC}) \tag{3}$$

Принимая ***h=CD/AB***; ***a=AC/AB*** , приводим (3) к виду:

$$\alpha 5 = \pi - arccos(\frac{h}{1+a}) + arccos(\frac{h}{1-a}). \quad (4)$$

Таким образом, рабочая фаза кулисного пожарного грунтометателя с дезаксиальной кулисой в первом приближении есть функция двух переменных - приведённых дезаксиала ***h*** и межцентрового расстояния ***a***.

Графики функции (4) показаны на рис. 4.

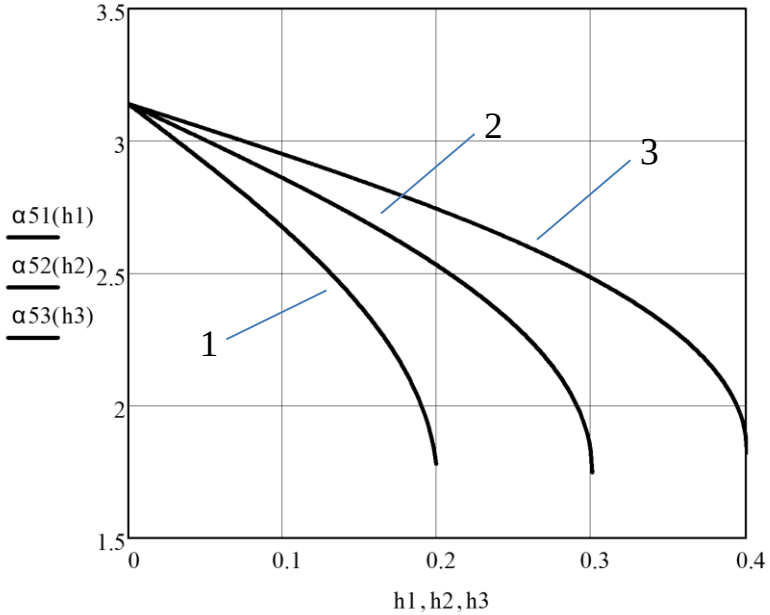


Рис. 4. Зависимость рабочей фазы метателя от межцентрового расстояния и дезаксиала: 1) a=0,8; h=0 ÷ 0,2; 2) a=0,7; h=0 ÷ 0,3; 3) a=0,6; h=0 ÷ 0,4.

Таким образом, показано, что при геометрическом синтезе кулисного механизма пожарного грунтометателя величина его рабочей фазы может варьироваться путём использования дезаксиальной кулисы, путём подбора величины межцентрового расстояния кривошипа и кулисы, а также величины дезаксиала кулисы. Полученные зависимости могут быть использованы при проектировании механизмов метателей такого типа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Краснов А.А., Семенова К.В., Пашкова Т.В., Петров А.Н., Караваев В.И. О классификации и о кинематике механизмов пожарных грунтометателей // Актуальные вопросы естествознания: сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 30 марта 2023 года/ сост.: Т. В. Фролова. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. - 2023. - С. 47-50.

2. Гнусов М.А. Совершенствование технологического процесса и обоснование параметров лесохозяйственных грунтометательных машин. Дисс. докт. техн. наук. - Воронеж. ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова. - 2023. - 352 с.

3. Шапиро В.Я., Григорьев И.В., Григорьева О.И., Иванов В.А. Исследование закономерностей разрушения грунта при работе комбинированных грунтометов для тушения лесных пожаров// Системы. Методы. Технологии. - 2017. - № 1 (33). - С. 146-151.

4. Краснов А.А., Караваев В.И., Петров А.Н., и др. Грунтометатель. Патент РФ 28 2818223C1 E02F 3/18 (2006.01) A62C 3/02 (2006.01) E02F 3/18 (2024.01) A62C 3/02 (2024.01) - Опубл. 25.04.2024, Бюл. №12.

5. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. - М.-Л.: Государственное издательство технико-теоретической литературы. - 1940. - 762 с.

6. Левитский Н.И. Теория механизмов и машин. - М.: Наука, Главн. ред. физ-мат. лит-ры. - 1979. - 576 с.

7. Теория механизмов и машин. Терминология. Буквенные обозначения величин. - М.: Наука. - 1984. - Вып.99. - 40 с.

8. Крайнев А.Ф. Словарь-справочник по механизмам. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение. - 1987. - 560 с.

9. Сумский С.Н. Расчёт кинематических и динамических характеристик рычажных механизмов: Справочник. - М.: Машиностроение. - 1980. - 312 с.

УДК 536.46

С. И. Ксенофонтов[1], А. Н. Лепаев[2], О. В. Васильева[3], Н. А. Панышев[1]
[1]Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева
[2]Чебоксарский институт (филиал) Московского политехнического университета
[3]Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова

СМЕСЕВЫЕ МОТОРНЫЕ ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ КЕРОСИНА И ИЗОПРОПАНОЛА

Снижение вредных выбросов двигателей внутреннего сгорания и энергетических установок и уменьшение потребления ароматических углеводородов возможно при использовании смесей нефтепродуктов со спиртами. Показано, что гомогенные смеси образуются при смещении керосина со изопропанолом, а керосин с этанолом расслаивается на отдельные компоненты.

Ключевые слова: керосин, изопропанол, смесь, расслоение, горение.

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

BLENDED FUELS BASED ON KEROSENE AND ISOPROPANOL

© Ксенофонтов С. И., Лепаев А. Н., Васильева О. В., Панышев Н. А., 2024

Reduction of harmful emissions from internal combustion engines and power plants and reduction of aromatic hydrocarbons consumption is possible by using mixtures of petroleum products with alcohols. It is shown that by displacement of kerosene with isopropanol homogeneous mixtures are formed, and kerosene with ethanol is stratified into separate components.

Keywords: kerosene, isopropanol, mixture, stratification, combustion.

Идея использования спиртовых топливных смесей возникла еще в 70-е годы прошлого века. Основным преимуществом таких смесей является снижение выбросов вредных веществ и уменьшение потребления ароматических углеводородов и алкилатов, которые добавляют в бензин для повышения антидетонационных свойств. Во многих странах были приняты законы, обязывающие добавлять спирт в моторные топлива.

Метанол, в частности, используется как альтернатива бензину. Эффективность жидкого топлива для двигателей внутреннего сгорания, в первую очередь, зависит от его физико-химических характеристик таких как теплота сгорания, склонность к испарению. Добавление метанола в малых дозах (2–7 %) к бензину позволяет избежать необходимости в модификации двигателя, так как даже пластиковые компоненты, чувствительные к метанолу (например, топливопроводы, прокладки), не подвергаются вредному воздействию. Однако при увеличении содержания метанола до 15 %, эта смесь начинает агрессивно воздействовать на различные сплавы. Кроме того, одной из основных проблем такого топлива является разделение фаз при попадании воды в бензиново-метанольную смесь.

Расслоение бензиново-метанольных смесей происходит при различных температурах, зависящих от состава бензина и пропорции метанола. Кроме того, температура, при которой начинается расслоение фаз, определяется количеством ароматических углеводородов в топливе: чем их меньше, тем интенсивнее происходит расслоение. Низкомолекулярные ароматические углеводороды, такие как бензол и толуол, способствуют улучшению водостойкости топлива. Это особенно важно в условиях низких температур окружающей среды, где водная чувствительность бензиново-метанольных смесей становится критичной [8–11].

Для снижения температуры расслоения фаз в бензиново-метанольные топлива вводят стабилизаторы, такие как нормальные алифатические спирты, трет-бутаны, трет-бутил-метиловый эфир и другие. Например, добавление 1 % этанола позволяет снизить температуру расслоения на 10 °С.

Добавление метанола в топливо снижает объем вредных выбросов в атмосферу и одновременно увеличивает октановое число смеси (при исследовательском методе составляет 135, по моторному — 104). Хотя теплота сгорания метанола почти вдвое ниже по сравнению с бензином, что теоретически должно привести к увеличению объемного расхода топлива, полученные данные показывают обратное.

Бензин с добавлением этанола формирует эмульсию, которая при повышении температуры сначала расслаивается, а затем превращается в истинный раствор. При длительном хранении в такой смеси происходит расслоение, позволяя воде оседать в нижней части. Важно отметить, что увеличение доли этанола в бензине повышает содержание воды в смеси и может привести к коррозии металла. Последнее отражено в ГОСТ, запрещающему наличие воды в топливе [2–4]. Смеси от 1 до 8 % содержания этанола могут использоваться в качестве топлива при условии их полного обезвоживания. Безводный этанол при комнатной температуре смешивается с бензином в любых пропорциях, но даже малые примеси воды могут вызвать расслоение смеси. Несмотря на обширные исследования и опыт использования этанола в автомобильных топливах в некоторых странах, вопросы стабильности бензиново-этаноловых смесей, учитывающие химический состав бензина, упускаются из виду в литературе [1, 7].

Таблица 1. **Физико-химические свойства горючих жидкостей**

Вещество	**μ, г/моль**	**$T_к$, С**	**Q, кДж/кг**	**L, кДж/кг**	**ρ, кг/м^3**	**C_p, кДж/кг · К**
Этанол	46	79	27752	855	789	2,80
Изопропанол	60	82,4	31228	670	786	2,17
Бензол	78,12	80	40604	400	879	1,80
Ацетон	58,08	56	28564	524	791	2,25
Бензин А-72	98,38	100	42718	331	765	2,18
Керосин	166,2	180	43802	261	885	2,19
Дизельное топливо		280	42905		840	

В работе изучалась смесь керосина ГОСТ 10227–86 [8] и изопропилового спирта ГОСТ 9805–84 [5]. При любой концентрации спирта получается стабильное гомогенное топливо, которое со временем не расслаивается. Измеренное в лабораторных условиях значение коэффициента поверхностного натяжения для чистых жидкостей соответствовало табличным значениям. Смеси керосина и изопропанола при любых концентрациях спирта не изменяют значение коэффициента поверхностного натяжения, равное 23 мН/м. Таким образом, можно утверждать, что керосин и изопропанол образуют истинный раствор. То же самое относится и к смеси дизельного топлива с изопропанолом.

Создание стабильных эмульсий представляет собой сложный процесс, зависящий от множества переменных, включая поверхностное натяжение, вязкость дисперсионной среды, температуру и размеры диспергированных частиц.

В качестве коллоидных растворов были изучены растворы керосина ГОСТ 10227–86 и этилового спирта ГОСТ 5962–2013 [6] (рис. 1а), раствор дизельного топлива ГОСТ 305–82 [4] и этилового спирта ГОСТ 5962–2013 (рис. 1б), которые расслаивались при любых концентрациях этанола.

а) б)

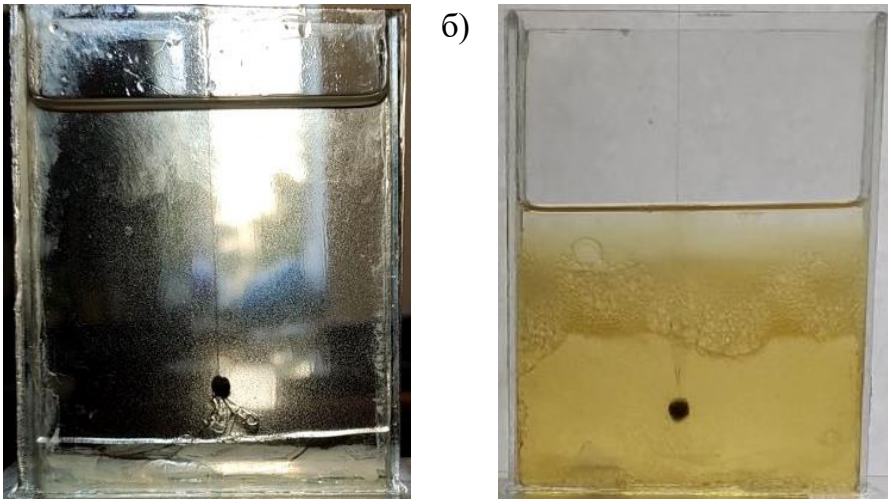


Рис. 1. Расслоение смесей этанола: а) с керосином; б) с дизельным топливом

Изучалась также массовая скорость выгорания полученных смесевых топлив. Приведенная массовая скорость выгорания с открытой поверхности горючей смеси не зависит от концентрации спирта и равна 1 мг/с · см^2.

Фотографии пламен, горящих со свободной поверхности жидкости, приведены на рис. 2. Диффузионное пламя керосина ярко светится, а на вершине пламени образуется темный шлейф частиц сажи. Излучение пламени, вернее раскаленных частиц сажи, происходит в широком диапазоне длин волн. Пламя изопропанола в видимой области спектра имеет едва заметное свечение. Основное излучение пламени происходит в инфракрасной области спектра на молекулярных полосах H_2O и CO_2 [12]. Сажеобразование в смесевом топливе почти полностью исчезает при концентрации спирта 60 %.

0 20 40 60 80 100

Рис. 2. Фотографии пламен смеси керосина и изопропанола.
Концентрация спирта указана под рисунком

Постоянная массовая скорость горения свидетельствует о гомогенности раствора, что указывает на образование истинного раствора.

Добавление спирта не увеличивает расход топлива и значительно уменьшается количество образующихся частиц сажи. К тому же, для использования данного топлива не требуется изменять конструкцию двигателя.

Выводы.

1. Исследован процесс расслоения жидкостей с различными коэффициентами поверхностного натяжения на примере керосина и этанола.

2. Керосин и изопропанол, обладающие одинаковым коэффициентом поверхностного натяжения 23 мН/м, формируют однородную смесь.

3. При концентрации изопропанола 50 % и выше процесс образования сажи в керосине значительно уменьшается, а теплотворная способность смеси снижается на 14 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галимов, Ф. М. Методы испытаний и контроля качества авиационных горюче-смазочных материалов / Ф. М. Галимов, Л. С. Яновский. – Казань : Изд-во Казанского гос. техн. ун-та, 2010. – 394 с.

2. ГОСТ 2177-99. Нефтепродукты. Методы определения фракционного состава. Введен 01.01.2001. Минск. Межгосударственный стандарт, 1999. – 25 с.

3. ГОСТ 10227-86. ССБТ. Топлива для реактивных двигателей. Технические условия. Введен 01.01.1987. – М. : Стандартинформ, 1986. – 9 с.

4. ГОСТ 305-82. Топливо дизельное. Технические условия. М. : Стандартинформ, 2014. Введен 01.01.2015. – 15 с.

5. ГОСТ 9805-84. Спирт изопропиловый. Технические условия. М. : Стандартинформ, 1985. Введен 01.01.1986. – 14 с.

6. ГОСТ 5962-2013. Спирт этиловый ректификованный из пищевого сырья. Технические условия. М. : Стандартинформ, 2014. Введен 01.07.2014. – 10 с.

7. Каюмов, Ж. С. Получение композиционных автомобильных бензинов и их стабилизация на основе органических спиртов / Ж. С. Каюмов, Ш. П. Нуруллаев // Химия и химическая технология: достижения и перспективы : Материалы IV Всеросс. конф., Кемерово, 27–28 ноября 2018 года. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2018. – С. 409. 1-409.5.

8. Основы авиационной химмотологии / Л. С. Яновский, В. П. Дмитриенко, И. Ф. Дубовкин, Ф. М. Галимов, И. В. Шевченко / Под ред. И. В. Шевченко, Л. С. Яновского. – М. : МАТИ, 2005. – 680 с.

9. Топлива для воздушно-реактивных двигателей / И. Ф. Дубовкин, Л. С. Яновский, А. А. Ларин, И. В. Шевченко. – М. : МАТИ, 2001. – 443 с.

10. Физические величины. Справочник / Под ред. И. С. Григорьева, Е. З. Мейлихова. – М. : Энергоатомиздат, 1991. – 1232 с.

11. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия / Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. – М.: Высш. Шк., 2004. – 445 с.

12. Ксенофонтов, С. И. Излучение диффузионных легковоспламеняющихся жидкостей в Дальнем инфракрасном диапазоне спектра / С. И. Ксенофонтов, О. В.

Васильева, А. Н. Лепаев // Современное образование: векторы развития в год науки и технологий : сборник статей по материалам научно-практической конференции, посвященной итогам работы университета в год науки и технологий, Чебоксары, 13–15 декабря 2021 года. – Чебоксары: Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева, 2021. – С. 27-32. – EDN DLJHVW.

УДК 54.057; 546.05; 502.1; 621.039.73; 546.261

М. В. Кузнецов
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТРАБОТАВШЕГО СВОЙ РЕСУРС РЕАКТОРНОГО ГРАФИТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ

В работе предложены технологические подходы к переработке углеродсодержащих высокоактивных отходов (ВАО), основанные на использовании процессов высокотемпературного горения и синтеза композитных каркасных материалов в виде карбидов различного состава. В качестве дополнительного фактора в процессах синтеза рассматривается метод силового компактирования.

Ключевые слова: высокоактивые отходы (ВАО), переработка, процессы горения, СВС, каркас, композит, графит, компактирование, карбид, экологические проблемы.

M. V. Kuznetsov

HIGH-TEMPERATURE PROCESSING OF SPENT REACTOR GRAPHITE USING COMBUSTION PROCESSES

The paper proposes technological approaches to the processing of carbon-containing high-level waste (VAO) based on the use of high-temperature combustion processes and synthesis of composite frame materials in the form of carbides of various compositions The method of force compaction is considered as an additional factor in the synthesis processes.

Keywords: highly active waste (VAO), recycling, combustion processes, SHS, frame, composite, graphite, compaction, carbide, environmental problems.

Как известно, в облученном графитовом замедлителе атомного реактора накапливается радионуклид ^{14}C, период полураспада которого составляет более 50 лет. Кроме того, в облученном графите присутствуют высокоактивные включения ядерного топлива и продуктов деления, которые попадают в графитовую кладку в результате разгерметизации ТВЭЛов. Проблема переработки ВАО разных форм реакторного графита стоит достаточно остро.

© Кузнецов М. В., 2024

Из числа рассматриваемых в настоящее время технологий переработки ВАО графита наибольший интерес с точки зрения соотношения цены и качества представляют технологии, основанные на процессах горения или самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС). В их основе находится идея, заключающаяся в возможности химически связать углерод, содержащий изотоп ^{14}C, в стабильный продукт типа карбида с помощью сильно экзотермической реакции горения без каких-либо внешних энергозатрат. Наиболее подходящим для этих целей продуктом является карбид титана, синтезированный, например, по следующей схеме:

$$3TiO_2 + 3C + 4Al = 3TiC + 2Al_2O_3 \quad (1)$$

Процесс горения спрессованной шихтовой заготовки стехиометрического состава локально инициируется раскаленной вольфрамовой электроспиралью и протекает в режиме СВС с линейной скоростью фронта горения не менее 3 мм/с. При этом достигается температура горения на уровне 3000 ^{0}С. Такая температура обеспечивает полноту взаимодействия реагентов во всем объеме образца, а образующиеся в результате протекания реакции (1) продукты взаимодействия достаточно стабильны и пригодны для решения проблемы захоронения облученного графита на длительный срок. Параллельно ведутся работы по СВС-компактированию продуктов синтеза, образующихся в результате протекания реакции (1). К настоящему времени была разработана технология, включающая в себя стадии измельчения графитовых отходов, приготовления шихты из исходных компонентов реакции (1) и собственно процесс компактирования. Предложенная технология СВС–переработки ВАО графита характеризуется отсутствием газообразных продуктов реакции (1), что делает ее привлекательной с точки зрения решения экологических проблем. Во-вторых, окружающая среда не участвует в окислительно-восстановительных процессах реакции (1) и не оказывает влияния на ход реакции. Это означает, что технологические процессы СВС–компактирования могут осуществляться без использования защитных атмосфер. Применение данной технологии обеспечивает получение конечного продукта в виде блока композиционного материала высокой прочности и плотности (пористость менее 2 %). Присутствующие в материале фазы карбида титана и оксида алюминия корундовой модификации, равномерно распределенные относительно друг друга во всем объеме блока, являются не только чрезвычайно устойчивыми к воздействию атмосферных факторов, но также тугоплавкими и термостойкими. Растворимость углерода в железе относительно невелика, но, поскольку он тут же связывается в карбид, равновесие процесса сдвигается в сторону растворения углерода. Образование карбидной фазы, которая связывает титан при температурах, развивающихся в процессе горения, по-видимому, является причиной отсутствия интерметаллида $TiFe_2$ в продуктах горения.

Введение углерода в систему приводит к сохранению продуктами горения формы исходной заготовки, несмотря на то, что температура горения этой системы выше, чем температура горения системы Fe_2O_3–TiO_2–Al. Поскольку при введении углерода в систему формируется тугоплавкий карбид титана, по-видимому, именно он является каркасообразующим компонентом, обеспечивающим консолидацию продуктов горения в границах исходной заготовки. При этом все остальные компоненты находятся в расплавленном состоянии. Исследование процессов горения на воздухе композиционной стехиометрической термитной смеси Fe_2O_3–TiO_2–Al–C показало, что процесс протекает без диспергирования исходных и конечных продуктов. Синтезированный материал сохраняет в общих чертах форму заготовки и включает в себя три равномерно распределенные фазы: корунд, нестехиометрический карбид титана и твердый раствор на основе железа с переменной концентрацией титана. При этом карбидная фаза находится в объеме металла в виде твердых дисперсных включений. Данный продукт представляет интерес с практической точки зрения, как высокопористый композиционный материал (с пористостью выше 60 %), который, судя по его составу и структуре, должен обладать хорошими теплоизолирующими и огнеупорными свойствами. Он может также использоваться в качестве пористой фильтрующей среды с высокой проницаемостью. Весьма важной особенностью предлагаемой технологии является возможность в процессе горения формировать не просто материал, а сразу готовые изделия или слои.

УДК 628.4.045; 628.477.6; 661.725.844.1

М. В. Кузнецов
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России

МЕТОД УТИЛИЗАЦИИ ПОЖАРО- И ВЗРЫВООПАСНОГО МОНОЭТАНОЛАМИНА

Был разработан новый метод утилизации некондиционного моноэтаноламина — вещества 2-го класса опасности. В результате проведения трехстадийного синтеза из него был получен 2-аминотиазолин — важный полупродукт для синтеза лекарственных и зооветеринарных препаратов. Переработка запасов некондиционного моноэтаноламина будет способствовать улучшению экологической обстановки в местах его хранения, а также уменьшению рисков заражения близлежащих территорий, грунтовых вод и объектов водоснабжения, а также проживающего рядом населения.

© Кузнецов М. В., 2024

Ключевые слова: моноэтаноламин, диэтаноламин, триэтаноламин утилизация, 2-аминотиазолин, экологическая обстановка, население и территории, грунтовые воды и объекты водоснабжения.

M. V. Kuznetsov

METHOD OF DISPOSAL OF FLAMMABLE AND EXPLOSIVE MONOETHANOLAMINE

A new method for the disposal of substandard monoethanolamine, a substance of the 2-nd class of hazard have developed. As a result of the three-stage synthesis, the 2–aminothiazoline - an important intermediate for the synthesis of medicinal and veterinary drugs, was obtained from it. Processing of stocks of substandard monoethanolamine will contribute to improving the environmental situation in its storage areas, as well as reducing the risk of contamination of nearby areas, groundwater and water supply facilities, as well as the population living nearby.

Keywords: monoethanolamine, diethanolamine, triethanolamine disposal, 2-aminothiazoline, environmental situation, population and territories, groundwater and water supply facilities.

Моноэтаноламин (МЭА) является компонентом многих рецептур, предназначенных для детоксикации токсичных веществ [1, 2]. Его длительное хранение на складах осуществляется, в основном, в железной таре, которая подвергается коррозии (ржавлению), а затем и разгерметизации. При этом происходят различные процессы, приводящие к частичному разложению, собственно, МЭА. Так, в результате протекания реакции диспропорционирования, из МЭА образуются ди- и триэтаноламины. При нарушении герметичности тары происходит поглощение из воздуха диоксида углерода с образованием карбамидов. Кроме того, образуются осадки солей и оксидов железа и т. д. Всё это приводит к ухудшению экологической обстановки в местах хранения потенциально опасного химического вещества, усиливает вероятность заражения сточных и грунтовых вод, а также повышает риски негативного антропогенного воздействия на окружающие территории и проживающее на них население.

МЭА применяется в качестве сорбента для очистки природного газа, а также в качестве поглотителя (абсорбента/разделителя) кислых газов, таких как диоксид углерода, диоксид серы, сероводород, газообразные и летучие тиолы в химической промышленности и при производстве косметики. В соответствии с ТУ 2423-159-00203335-2004, по степени воздействия на организм человека МЭА относится ко 2-му классу опасности по ГОСТ 12.1.005, а его предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны составляет 0.5 мг/м^3. МЭА представляет собой горючую жидкость с резким аммиачным запахом. С водой и спиртами смешивается во всех отношениях, а также хорошо растворим во многих органических растворителях. Температура его кипения составляет

172.2 ^{0}C (101.3 кПа). Он обладает щелочными свойствами, оказывает раздражающее действие на кожные покровы и слизистые оболочки, всасывается через неповрежденную кожу. При попадании внутрь МЭА вызывает расстройство органов дыхания, кровообращения, центральной нервной системы, а также печени и других паренхиматозных органов.

Представляется необходимым предложить способы утилизации отработавших свой ресурс запасов МЭА в сочетании с возможностью переработки его компонентов в полезные продукты.

Ранее для утилизации технического МЭА был предложен способ, заключающийся в постадийном удалении примесей из его структуры [2]. Суть данного способа заключается в следующем: вначале соли и оксиды железа отделяют фильтрованием, карбамиды разлагают термической обработкой при 130–140 ^{0}C в среде азота, после чего продукт подвергают ректификации в насадочной колонне. В результате получают МЭА с содержанием основного вещества 99.0–99.9 %. В состав кубовых остатков со стадии ректификации входят (в % по массе): моноэтаноламин – 1.3; диэтаноламин – 67.3; триэтаноламин – 31.4. Полученная смесь может быть использована в качестве средства для повышения скорости вулканизации резин и повышения их прочности.

Для утилизации некондиционного МЭА нами была исследована возможность получения из него 2-аминотиазолина – важного полупродукта для синтеза лекарственных и зооветеринарных препаратов. Кроме того, он может быть использован в производствах левамизола и тетрамизола, в фармакологии за счет того, что он обладает М-холинегергическими свойствами [3], а также в качестве ингибитора индуцибельной no-синтазы [4]. В связи с этим необходимо подчеркнуть, что в настоящее время в Российской Федерации производство 2-аминотиазолина отсутствует и его импортируют из КНР.

Мы отобрали и проанализировали образцы МЭА длительного хранения. Их состав лежал в пределах следующих процентных соотношений (%): МЭА — 76.2–84.8; диэтаноламин — 8.0–11.2; триэтаноламин — 2.2–8.4; соли и оксиды железа — 1.0–14.3; карбамиды — 0.2–3.8.

2-Аминотиазолин получали следующим образом. Технический МЭА отфильтровывали от механических примесей. 61 г (1 моль) технического продукта растворили в 150 мл хлороформа, после чего через раствор пропустили в течение 1 ч небольшой избыток (1.2 моль) осушенного хлороводорода. Затем к реакционной массе при интенсивном перемешивании добавили по каплям 120 г (1.0 моль) тионилхлорида, и реакционную массу перемешивали в течение 4 ч при кипячении. Хлороформ удалили в вакууме. Твердый гигроскопичный остаток хлоргидрата 2-хлорэтиламина растворили в 200 мл воды и присыпали порциями 97 г (1.0 моль) роданида калия, после чего смесь кипятили в течение 6 ч. Реакционную массу охладили, добавили 100 мл 40 %-ного гидроксида натрия и экстрагировали хлороформом (3 х 150). Экстракт промыли водой и высушили над сульфатом магния. После удаления

растворителя остаток перекристаллизовали из бензола. В результате было получено 73 г (0.7 моль) 72 % 2-аминотиазолина с Т плавления 78–79 ^{0}С.

Хлоргидрат 2-аминотиазолина был получен следующим образом. Технический МЭА отфильтровывали от механических примесей. 61 г (1 моль) технического продукта растворили в 150 мл хлороформа, после чего через раствор пропускали в течение часа небольшой избыток (1.2 моль) осушенного хлороводорода. Затем к реакционной массе при интенсивном перемешивании добавляли по каплям 120 г (1.0 моль) тионилхлорида и реакционную массу перемешивали в течение 4 ч при кипячении. Хлороформ удаляли в вакууме. Твердый гигроскопичный остаток хлоргидрата 2-хлорэтиламина растворили в 200 мл воды и присыпали порциями 76 г (1.0 моль) роданида аммония, после чего смесь упарили досуха. Твердый осадок кипятили в 300 мл абсолютного спирта в течение 1 ч с последующим фильтрованием горячего раствора. Выпавший при охлаждении осадок отфильтровали, промыли абсолютным спиртом и высушили. В результате было получено 116 г (84 %) вещества с Т плавления 196–198 ^{0}С.

Технический МЭА после отделения осадка в среде хлороформа последовательно обрабатывали газообразным HCl и хлористым тионилом:

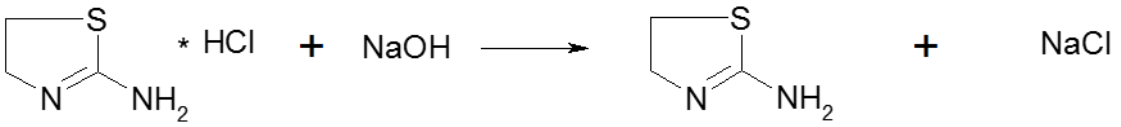
$$HO\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}NH_2 + HCl \rightarrow HO\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}NH_3Cl \quad (1)$$

$$HO\text{-}CH2\text{-}CH2\text{-}NH3Cl + SOCl_2 \rightarrow ClCH_2\text{-}CH_2\text{-}NH_3Cl + SO_2 + HCl \quad (2)$$

Осадок хлоргидрата 2-хлорэтиламина представлял собой гигроскопичные кристаллы, которые подвергались перекристаллизации со значительными сложностями. Именно по этой причине последующие реакции осуществляли без выделения промежуточного продукта. Циклизация проходила в низших спиртах (метанол, этанол, пропанол) а также в ацетоне. В качестве реагентов брали роданиты натрия, калия и аммония [12]. Максимальный выход хлоргидрата 2-аминотиазолина был получен при реакции с KSCN:

(3)

Последний обрабатывали 40 %-ным гидроксидом натрия с образованием 2-аминотиазолина:



(4)

Общий выход реакции по трем стадиям в пересчете на МЭА составил 51 %.

Контроль за чистотой синтезированных соединений и ходом реакции осуществляли методом ТСХ на пластинах Merck UV-254 (элюент хлороформ). Контрольные спектры ЯМР 1Н были зарегистрированы на приборе Bruker AC-300 (300 МГц) при 20 ^{0}С в ДМСО-d6, внутренний стандарт ТМС. Спектры полученных веществ соответствовали литературным базам данных.

Практическая значимость предлагаемого способа заключается в том, что с его помощью может быть утилизированы как составы с истекшими сроками эксплуатации, содержащие МЭА, с баз стационарного хранения, так и аналогичные составы, состоящих в настоящее время на вооружении Министерства обороны РФ и других силовых структур.

Выводы

Разработан новый метод утилизации моноэтаноламина путем его переработки в 2-аминотиазолин. Общий выход реакции по трем стадиям в пересчете на МЭА составил 51 %, что делает этот метод пригодным для использования при переработке продуктов реакций в экологически безопасные вещества с возможностью их дальнейшего промышленного применения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров В.Н. Отравляющие вещества / В.Н. Александров, В.И. Емельянов // М.: Воениздат. 1990. 271 С.

2. Жданов В.А. Методы уничтожения фосфорорганических отравляющих веществ / В.А. Жданов, В.М. Кошелев, В.К. Новиков, А.А. Шувалов // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д. И. Менделеева). 1993. Т.37. С.22 – 25.

3. Иванов Ю.Я. М-холинергические свойства производных 2-амино-2-тиазолина / Ю.Я. Иванов, С.О. Бачурин, С.Е. Ткаченко, А.Н. Прошин, А.К. Устинов // Химико-фармацевтический журнал. 2002. №11. С.8 - 9.

4. Липтуга Н.И. Способ получения 2-аминотиазолина / Н.И. Липтуга, И.Ф. Шедов, Н.Н. Романов, М.О. Лозинский, А.И. Толмачев, Э.В. Гюллинг, И.Т. Полищук // Патент СССР SU 1 117 299 A1. Опубликовано БИ. 07.10.1984.

УДК 699.86

М. Д. Леменков, С. В. Шархун
ФГБОУ ВО «Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России»

СУЩЕСТВУЮЩИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В данной работе анализируются критерии категорирования горючих материалов, использующихся в современном строительстве, по показателям пожарной опасности. Исследуются подходы к проведению испытаний, направленных на определение горючести, дымообразующей способности, токсичности, распространения пламени и воспламеняемости.

Ключевые слова: фасадные системы, тепловой поток, испытания на горючесть.

M. D. Lemenkov, S. V. Sharkhun

EXISTING METHODS FOR CONTROL OF CONSTRUCTION MATERIALS

This paper analyzes the criteria for categorizing combustible materials used in modern construction by fire hazard indicators. Test methods for flammability, smoke generation, toxicity, flame propagation and flammability are considered.

Key words: facade systems, heat flow, combustibility tests.

Исследования в области противопожарных норм в строительстве продолжают развиваться и совершенствоваться. Стандартный метод определения горючести материалов учитывает несколько факторов, включая горючесть, воспламеняемость, токсичность, распространение пламени по поверхности и дымообразующая способность, о чем сказано в труде [1]. Эти факторы определяются с помощью стандартных методов испытаний, описанных в [1]. Более подробное описание методов испытания строительных материалов представлено на рис. 1.

Для определения группы горючести строительного материала необходимо провести ряд испытаний, которые позволят оценить его способность к горению. Экспериментальное определение группы горючести включает в себя измерение различных параметров, таких как потеря массы образца, время свободного горения, размер повреждения поверхности и др. Эти данные позволяют получить более полное представление о поведении материала при воздействии огня. Особое внимание уделяется измерению количества тепла, выделяемого при горении, так как этот параметр является

© Леменков М. Д., Шархун С. В., 2024

одним из ключевых для определения группы горючести. Также важно учитывать изменение температуры в испытательной камере и скорость распространения огня по образцу, что позволяет получить более точные результаты и сделать обоснованные выводы о группе горючести материала.

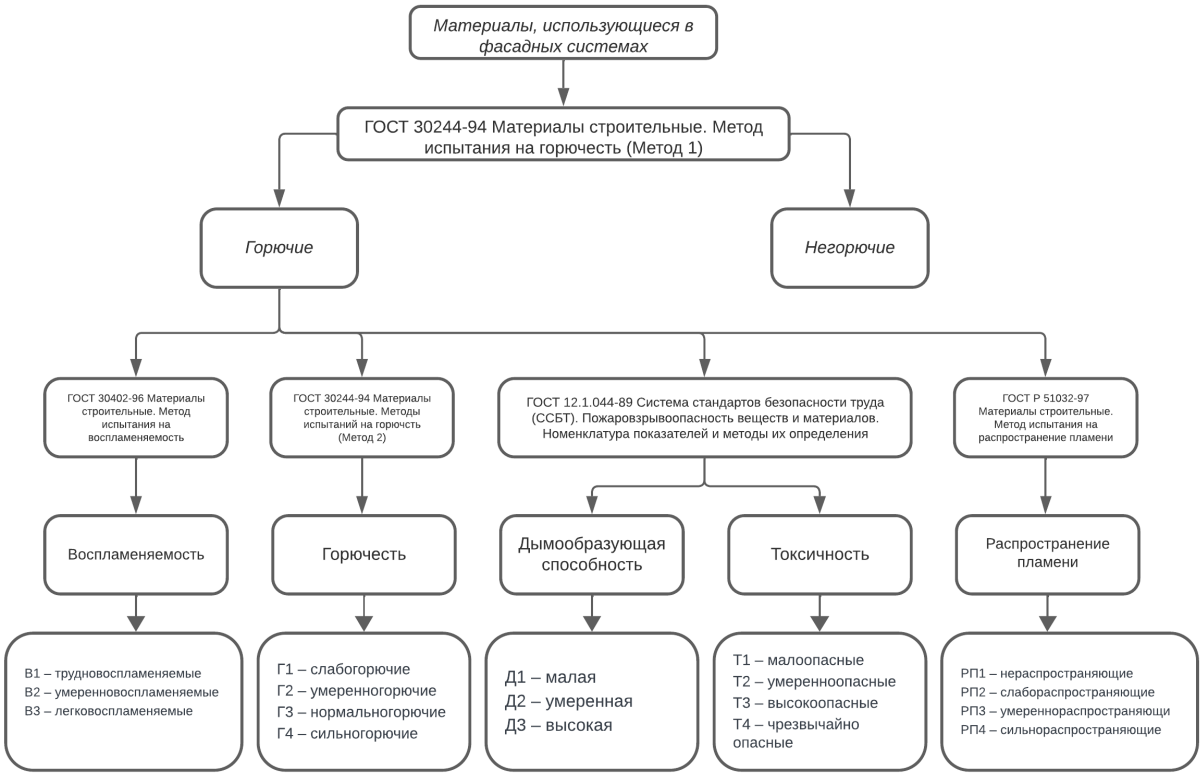


Рис. 1. Испытания материалов, использующихся в фасадных системах

Строительные материалы делятся на негорючие и горючие в зависимости от их параметров горючести. Эти параметры определяются методам, описанным в научной статье [1].

Если хотя бы одно из условий не выполняется, материал считается горючим. Классификация материалов по степени горючести основана на их свойствах и представлена в табл. 1. Для определения класса горючести материала используется метод II, описанный в работе [1]. В данном испытании образец материала подвергается воздействию пламени от газовой горелки в течение 10 минут

Таблица 1. **Показатели горючести материалов**

Показатели горючести				
Группа горючести материалов	**Температура дымовых газов T, °C**	**Степень повреждения по длине S_L, %**	**Степень повреждения по массе S_m, %**	**Продолжительность самостоятельного горения $t_{c.г}$, с**
Г1	135	65	20	0
Г2	235	85	50	30
Г3	450	больше 85	50	300
Г4	больше 450	больше 85	больше 50	больше 300

Установка ОТМ позволяет оценить поведение материала в условиях, приближённых к реальному горению, о чем упоминалось в работе [2]. Это даёт возможность получить более точные результаты и сделать обоснованные выводы о горючести материала. На основе максимального увеличения температуры и потери массы материалы можно разделить на несколько классов. Однако стоит отметить, что классификация материалов по степени горючести может различаться в зависимости от страны и региона, а также от конкретных требований и норм пожарной безопасности. Ниже представлены категории материалов по горючести:

- слабогорючие при температуре не выше 50 градусов Цельсия и потере массы не более 20%;
- трудногорючие - < 60 °C или < 60 %;
- горючие - ≥ 60 °C или ≥ 60 %.

Метод испытаний, описанный в статье [3], позволяет определить характеристики воспламеняемости материалов. Воспламеняемость материалов характеризуется двумя факторами: критическим значением поверхностной плотности тепловой энергии (КППТП, которая является минимальной величиной плотности теплового потока, способной вызвать стабильное пламенное горение) и временем воспламенения. Оно используется для классификации материалов по степени воспламеняемости. Классификация материалов по воспламеняемости представлена в табл. 2.

Таблица 2. **Классификация материалов по воспламеняемости**

Группа воспламеняемости материала	**Название**	**КППТП, кВт/м^2**
В1	трудновоспламеняемые	≥ 35,0
В2	умеренновоспламеняемые	20,0 ≤ X < 35,0
В3	легковоспламеняемые	X < 20,0

Метод испытаний, указанный в статье [4], описывает способы классификации материалов по уровню распространения пламени. Горючие строительные материалы делятся на четыре категории в зависимости от величины критической поверхностной плотности теплового потока:

В зависимости от способности распространять пламя, горючие строительные материалы подразделяются на четыре категории (см. таблицу 3).

Таблица 3. **Классификация материалов по распространению пламени**

Показатель распространения пламени	**Наименование**	**КППТП, кВт/м^2**
РП1	нераспространяющие пламя	X ≥ 11
РП2	слабораспространяющие пламя	8 ≤ X <11
РП3	умереннораспространяющие пламя	5 ≤ X < 8
РП4	сильнораспространяющие пламя	X < 5

Классификация материалов по дымообразованию осуществляется в соответствии с методом, описанным в работе [2]. Этот метод основан на измерении оптической плотности дыма, который образуется при горении или тлении определённого количества исследуемого материала в заданном объёме. Коэффициент дымообразования (Dmax, м²/кг) — это показатель, характеризующий оптическую плотность дыма, образующегося при горении, тлении или термическом окислении определённого количества твёрдого вещества (материала) в стандартных условиях испытаний. Данный коэффициент позволяет оценить способность материала образовывать дым при горении и определить его потенциальную опасность для людей и окружающей среды.

По способности образовывать дым материалы подразделяются на три группы:

- Д1 - с низким дымообразованием ($D_{max} \leq 50$ м^2/кг);
- Д2 - со средним дымообразованием ($50 < D_{max} < 500$ м^2/кг);
- Д3 - с высоким дымообразованием ($D_{max} > 500$ м^2/кг).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные приборы и испытательное оборудование по своей конструкции предназначены для проведения испытаний только по утвержденным методам, подробно описанным в работах [1, 3-5]. Особенности регистрирующих элементов не позволяют оценить степень влияния теплового потока на теплоизолирующие материалы, входящие в состав фасадных систем, что ограничивает возможность комплексной оценки безопасности, надежности и эксплуатационной устойчивости объекта в целом.

В связи с этим, а также для повышения теплового комфорта зданий [6] необходима разработка нового метода оценки и устройства для контроля степени влияния теплового потока на теплоизолирующие строительные материалы фасадных систем с внешним штукатурным слоем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сулейманов, И.Р. Обзор пожарной опасности промышленных теплоизоляционных материалов [Текст] / И.Р. Сулейманов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2017. – №8. – С.91–94.

2. Трушкин, Д. В. Проблемы экспериментального определения горючести пенополистирола [Текст] / Д.В. Трушкин // Пожаровзрывобезопасность. – 2005. – №4. – С.12–16.

3. Методы испытания воспламеняемости материалов / Р.Ш. Еналеев [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – №13. – С. 73–77.

4. Перова, А.И. Исследование токсической и пожарной опасности синтетических строительных материалов / А.И. Перова, А.В. Капранов, Е.Б. Аносова // Успехи в химии и химической технологии. – 2016. – №8 – С. 34–36.

5. Мамонтов, С.А. Тепловое старение пенопластов, применяемых в ограждающих конструкциях [Текст] / С.А. Мамонтов, О.А. Киселева // Construction materials. – 2011. – №8. – С.60–61.

6. Zeynep Duygu Tekler, Yue Lei, Adrian Chong, «Data-efficient comfort modeling: Active transfer learning for predicting personal thermal comfort using limited data», Energy and Buildings, Vol. 319, 15 September 2024, 114507.

УДК 623.746-519

В. В. Логинов
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург

ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ПОЖАРОВ И ВЗРЫВОВ

В статье рассмотрены вопросы совершенствования беспилотных летательных аппаратов (БЛА) для решения задач ликвидации последствий пожаров и взрывов. Максимальный эффект при решении таких задач может быть обеспечен, в том числе использованием БЛА с установленным ретранслятор сигнала.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, эффективность применения, оценка обстановки, ретранслятор, ликвидация последствий.

V. V. Loginov

ISSUES OF IMPROVING UNMANNED AIRCRAFT VEHICLES TO SOLVING THE PROBLEMS OF ELIMINATING THE CONSEQUENCES OF FIRE AND EXPLOSIONS

The article discusses the issues of improving unmanned aerial vehicles (UAVs) to solve the problems of eliminating the consequences of fires and explosions. The maximum effect in solving such problems can be achieved, including the use of a UAV with an installed signal repeater.

Key words: unmanned aerial vehicle, effectiveness of use, situation assessment, repeater, liquidation of consequences.

В настоящее время наблюдается рост сфер и областей применения беспилотных летательных аппаратов (БЛА). Как показывает опыт специальной военной операции развитие средств поражения, обусловленное применением БЛА, опережает осмысление способов применения войсковых подразделений в боевых действиях. На наглядных примерах очевидна возможность использования БЛА общедоступного (коммерческого) типа для решения самых

© Логинов В. В., 2024

нестандартных задач, существенно повышающих эффективность использования подразделений для достижения специфических, связанных с существенным риском для жизни целей.

Анализируя современное состояние возможностей применения БЛА при решении задач пожаротушения и ликвидации ЧС можно сделать следующие выводы:

— техническое оснащение большинства подразделений БЛА территориальных органов МЧС России не соответствует современному уровню развития и практики применения БЛА;

— основные задачи, решаемые такими подразделениями сводиться к задачам разведки и мониторинга зоны ЧС с высоты 150–500 метров, с последующей обработкой данных в органах управления;

— возможности подразделений БЛА имеют существенные ограничения, не только по техническим данным аппаратуры БЛА, но и по погодным условиям, времени суток, рельефу местности.

Оценивая современное состояние развития БЛА как средства вооруженной борьбы можно сделать вывод, что эффективность применения БЛА нужно оценивать не только сравнением, обусловленным преимуществом использования воздушного пространства и возможностью воздействия на объект с высоты, но и по возможности приближения к объекту на такое расстояние, которое позволяет стандартной аппаратурой полезной нагрузки адекватно оценить состояние и свойства объекта, а также при необходимости воздействовать на него с целью изменения свойств или управления им.

Из вышесказанного следует вывод о необходимости снижения высоты использования БЛА при выполнении задач, до минимальных значений, вплоть до посадки на землю в определённом месте, с последующим взлётом и возвращением в заданный район посадки.

В настоящее время высота полета БЛА варьируется от 40 до 150 метров [1]. Этот диапазон высот достаточен для проведения эффективного мониторинга земной поверхности и оценки общего состояния объектов. При этом дальность полета БЛА ограничивается уровнем сигнала и обычно не превышает 5 км.

Опыт специальной военной операции показывает, что наиболее массовыми БЛА для выполнения задач в интересах подразделений на переднем крае являются квадрокоптеры, взлетной массой от 0,5 до 30 кг, временем полета до 1 часа, дальностью полета от 5 до 10 км. Их стандартные высоты применения БЛА составляют от 80 до 800 метров [2]. Высота использования БЛА существенно зависит от расстояния «оператор – БЛА» и условий рельефа местности, обеспечивающим так называемую радиовидимость.

Решить проблему снижения высоты применения БЛА при которой возможно непосредственное воздействие (оценка) объекта без потери БЛА или нарушения условий его безопасной эксплуатации может применение специальных ретрансляторов, устанавливаемых на другой БЛА [3,4,5]. Такое

решение также существенно увеличивает расстояние «оператор – БЛА», позволяет передавать и принимать от БЛА более высокий уровень сигнала.

Использование ретрансляционной аппаратуры позволит существенно расширить круг задач, выполняемых БЛА, без существенного расширения возможностей их полезной нагрузки, создать условия возможности выполнения задач, при которых возможно непосредственное взаимодействие БЛА и объекта.

На БЛА, используемого в качестве ретранслятора сигнала, можно установить стандартную видеокамеру для общего мониторинга обстановки и контроля действий БЛА на который ретранслируется сигнал.

Данное техническое решение предполагает, существенное расширение круга задач, соответствующих современному уровню развития технологий, решаемых в интересах подразделений МЧС России:

— общий обзор территории с целью мониторинга изменения обстановки, с особым вниманием наиболее угрожаемым участкам и объектам;

— разведка территории с целью поиска пострадавших с возможностью облета объекта поиска на небольшой высоте для детального обследования;

— не сброс груза пострадавшим и спасателям, а его доставка, при необходимости возврат груза в обратном направлении;

— оповещение об опасности людей, находящихся на угрожаемой территории, не с большой высоты, а с расстояния адекватной распознаваемости речи и видимости объекта передачи звуковой информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тактика работы дронов во время поисково-спасательных мероприятий // SKYMEC. Дистрибуция и интеграция беспилотных решений: сайт. — URL: https://skymec.ru/blog/drone-use-cases/bezopasnost/rabota-dronov-vo-vremya-psm/ (дата обращения: 13.09.2024).

2. Беспилотная авиация // Крымский район Краснодарского края. Официальный сайт муниципального образования: сайт. — URL: https://krymsk-region.ru/administracziya/bespilotnye-letatelnye-apparaty-dejstviya-pri-ih-obnaruzhenii/ (дата обращения: 11.09.2024).

3. В зоне СВО начали применять обеспечивающий преимущество над ВСУ ретранслятор «Облачко» // ТАСС. Военная операция на Украине: сайт. — URL: https://tass.ru/armiya-i-opk/18720021 (дата обращения: 14.09.2024).

4. Минобороны РФ показало кадры применения беспилотников ЦВО в зоне спецоперации // ТАСС. Военная операция на Украине: сайт. — URL: https://tass.ru/armiya-i-opk/162348171 (дата обращения: 15.09.2024).

5. Ворон (дрон-ретранслятор) // TADVISER. ИТ-инфраструктура: сайт. — URL: https://www.tadviser.ru/index.php/ Продукт: Ворон_%28дрон-ретранслятор%29 (дата обращения: 18.09.2024).

УДК 614.84

М. А. Максимова, Д. В. Калашников, В. Ю. Емелин
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РОЛЬ МОДЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

В статье описаны особенности проведения модельных экспериментов и их значение для учебного процесса. Приведены результаты проведённого модельного эксперимента на созданном объекте в лабораторных условиях по реальному пожару. Проанализированы полученные результаты и предложены рекомендации по их использованию в учебном процессе.

Ключевые слова: модельный эксперимент, очаг пожара, экспертиза пожаров, очаговые признаки.

M. A. Maksimova, D. V. Kalashnikov, V. Y. Emelin

THE ROLE OF MODEL EXPERIMENTS IN THE EDUCATIONAL PROCESS

The article describes the features of conducting model experiments and their importance for the educational process. The results of the conducted model experiment on the created object in laboratory conditions for a real fire are presented. The results obtained are analyzed and recommendations for their use in the educational process are proposed.

Key words: model experiment, fire source, examination of fires, focal signs.

В процессе проведения пожарно-технического исследования при ответе на вопрос о причине возникновения пожара важно понимать и описать в заключении условия механизма возникновения и развития горения в установленном очаге пожара. Эксперимент — это не только творческий и интересный этап проведения экспертизы пожара, но самый ответственный. Проведение эксперимента позволяет эксперту провести наиболее полный анализ в рамках исследования всех обстоятельств предоставленного дела [1].

Эксперимент проводится с целью моделирования ситуации и проверки выдвинутых гипотез. Позволяет проверить различные версии происшедшего события. Помогает в получении новых данных, которые невозможно получить иным путем. В ходе эксперимента могут быть выявлены скрытые закономерности и зависимости.

Использование метода эксперимента позволяет получить аутентичные данные, которые можно использовать в практике пожаротушения и экспертизы пожаров. Методы лабораторного и натурного эксперимента в совокупности являются эффективным инструментом в пожарно-технической экспертизе,

© Максимова М. А., Калашников Д. В., Емелин В. Ю., 2024

позволяющим проводить исследования и получать реалистичные данные о пожарных ситуациях [2].

Авторами работы предлагается уделить особое внимание на проведение модельных экспериментов при осуществлении пожарно-технических исследований. Модельный эксперимент в научном исследовании представляет собой метод, в котором вместо самого объекта изучается его замещающая модель, в случае, когда объект исследования недоступен наглядному созерцанию.

Модельный эксперимент есть метод научного познания для изучения объекта-оригинала путем создания и исследования субъектом его прототипа, замещающего реальную систему с определенных сторон, интересующих познание, и с последующим переносом полученной информации на систему. Научные исследователи в этой области отмечают, что эксперимент и наблюдение являются важнейшими экспериментальными методами исследования при организации и развитии учебной деятельности [3].

Для правильности проведения эксперимента нужно соблюдать определённые правила и условия. И для этого в образовательных учреждениях при подготовке специалистов по специальности «Судебная экспертиза» включают такую тему, как «Экспертный эксперимент». Роль экспериментов в учебном процессе неоспорима. Это как путь к пониманию на практике, идеальный способ применить теоретические знания на деле. Значимость заключается не только в получении знаний, но и в умении применить их. Ведь чаще всего именно то, что «принес эксперимент», ложится в основу будущей профессиональной деятельности. Обучающийся, который самостоятельно провел эксперименты, гораздо увереннее себя чувствует, когда дело доходит до реального события.

С целью апробации внедрения модельного эксперимента в учебный процесс авторским коллективом проведены испытания по созданию объекта со следовой картиной термических поражений для проведения инструментальных исследований полевыми приборами на практических и лабораторных занятиях по дисциплине «Экспертиза пожаров».

В качестве прототипа объекта был выбран реальный случай пожара в жилом частном доме с несколькими комнатами. В ходе его исследования пожарно-техническими специалистами место первоначального возникновения пожара было установлено в одной комнате, а зона с наибольшими термическими поражениями в другой. Образование подобной следовой картины термических поражений внутри строения было обусловлено особенностью воздухообмена в момент развития пожара. Наличие открытых дверных проемов в перегородках и в пристройки, через которую осуществлялся вход в дом, обеспечило направленное развитие пламени из одной комнаты в соседнюю, где в условиях большей пожарной нагрузки и постоянного подпора воздуха с улицы, обеспечило образованию вторичных очагов горения. В связи с этим, были трудности у специалистов в определении очага пожара.

Необходимо было применение инструментальных методов исследования для поиска путей развития пожара внутри строения дома.

Фиксация как метод криминалистического исследования играет важную роль в исследовании пожара, все обнаруженное на месте пожара следует описать в протоколе осмотра места пожара, зафиксировать на план-схеме и фотоснимках [4].

Следовательно, на основании рассмотренного случая пожара был проведен модельный эксперимент на созданном объекте в лабораторных условиях. Объектом эксперимента явился модель дома в объеме около 0,03 м^3. Стены, потолок и пол дома деревянные, обшитые изнутри текстильными горючими материалами. Деревянной перегородкой дом разделен на два помещения с оконным и дверным проемом. По площади стен распределены металлические гвозди. Для увеличения пожарной нагрузки в помещения добавлены легковоспламеняемые материалы. Общий вид модели дома представлен на рис. 1.

Рис. 1. Общий вид модели дома

Поочередное открытие проемов в ходе испытания привело к установлению определённого режима воздухообмена внутри объекта, что представлено на рис. 2. Красными стрелками обозначено первичное распространение фронта пламени. Синими объёмными стрелками показано вторичное распространения фронта пламени.

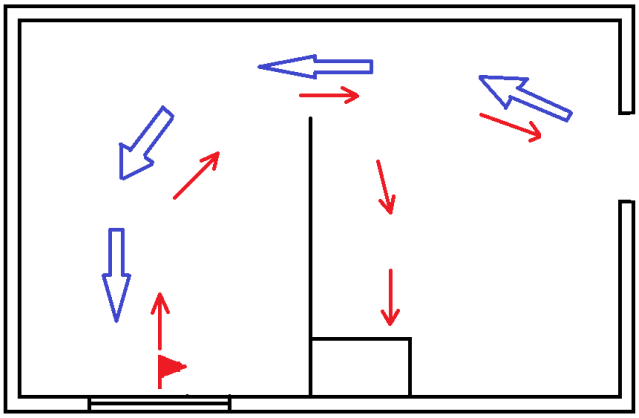


Рис. 2. Схема предположительного развития горения

Следовательно, осуществлено моделирование развития горения из первого помещения объекта во второе с использованием регулировки направления воздушных потоков и вовлечения в процесс горения легковоспламеняемых материалов. Процесс развития горения представлен на рис. 3.

Рис. 3. Процесс развития горения в ходе эксперимента

В связи с этим, произошло образование локальных термических поражений в первом помещении, т.е. в месте очага пожара. Во втором помещении образовались термические поражения в большей степени, однако преимущественно в верхней части.

Наличие деревянных материалов в конструкции объекта и распределенных металлических гвоздей позволило обучающимся не просто визуально провести исследование объекта на качественную оценку термических поражений, а применить разнообразные пожарно-технические инструментальные методы исследования. Применение методики исследования обугленных остатков древесины позволило определить температуру и длительность горения по результатам измерения глубин обугливания и определения отдельных физико-химических свойств угля. Определение зон различных термических поражений проведено путём измерения тока размагничивания однотипных холоднодеформированных изделий.

Полученные результаты инструментальными методами можно использовать для количественной фиксации степени термических поражений, а также для построения соответствующих зон термических поражений, которая наглядно отображает место первоначального возникновения горения [5].

Таким образом, образовавшаяся картина степени термических поражений в помещениях экспериментальной модели сформировала как очаговые признаки, так и признаки очага горения. Произошло обугливание стен и потолка в различной степени, выгорание отделки стен с уклоном к помещениям. Имеется отжиг крепежных металлических изделий.

Соответственно, данный объект можно использовать в учебном процессе с целью отработки навыков у обучающихся по составлению протокола осмотра места происшествия и применению инструментальных методов исследования для поиска места первоначального возникновения пожара.

Результаты проведенного авторским коллективом исследования свидетельствуют о том, что проведение модельного эксперимента по моделированию пожара является инструментом по углублению понимания процессов пожара. Эксперимент является одновременно источником знаний,

методом обучения и средством активизации познавательной деятельности у обучающихся.

Внедрение современных методов экспертизы пожаров и форм организации научной работы способствует подготовке высококвалифицированных специалистов в области пожарной безопасности [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калашников, Д. В. Экспертный эксперимент как инструмент в определении механизма возникновения горения / Д. В. Калашников, Н. А. Таратанов // 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. 106-110. – EDN WSBABK.

2. Максимова, М. А. Эксперимент как метод в пожарно-технической экспертизе / М. А. Максимова, Д. В. Калашников, В. Ю. Емелин // , 01 января – 31 2023 года, 2024. – С. 52-56. – EDN RNYIFA.

3. Чудинский, Р. М. Использование натурального и модельного эксперимента для развития учебной деятельности студентов направления «Технологическое образование» / Р. М. Чудинский // Сибирский педагогический журнал. – 2007. – № 11. – С. 42-54. – EDN PLRXGR.

4. Таратанов, Н. А. О важности проведения осмотра места происшествия / Н. А. Таратанов, Е. В. Карасев, А. В. Таратанова // Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса «Государственный надзор» за 2022 год : Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса, Иваново, 01 января – 31 2022 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 133-136. – EDN EOQOHU.

5. Оценка степени термодеструкции деревянных конструкций через измерение глубины обугливания / М. А. Максимова, А. С. Павлов, Д. В. Калашников, В. Ю. Емелин // Актуальные вопросы естествознания : Сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 30 марта 2023 года / Сост.: Т.В. Фролова. – 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. 68-72. – EDN ZJFVJO.

6. Формы взаимодействия с судебно-экспертными учреждениями при подготовке специалистов в области пожарной безопасности / М. В. Торопова, А. А. Воронцова, Д. В. Калашников, А. А. Липский // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. – 2017. – № 3(24). – С. 61-64. – EDN YRBFQJ.

УДК 614.849

В. Г. Маличенко
Департамент надзорной деятельности и профилактической работы МЧС России

ПОДХОД К ОБСЛЕДОВАНИЮ ЗДАНИЙ С ТЕРМОИНДИКАТОРАМИ

Авторами предложена методика обследования зданий с термоиндикаторами для установления температуры происходившего пожара, даны рекомендации по созданию базы данных эталонных образцов.

Ключевые слова: термоиндикаторы, обследование зданий, пожар.

V. G. Malichenko

APPROACH TO INSPECTING BUILDINGS WITH THERMAL INDICATORS

The authors proposed a method for examining buildings with thermal indicators to determine the temperature of the fire that occurred, and gave recommendations for creating a database of reference samples.

Keywords: thermal indicators, building inspection, fire.

К сожалению, пожары в зданиях не редкость [1–3]. После высокотемпературного воздействия необходимо проводить обследование для определения возможности дальнейшей эксплуатации здания. Методы определения такой возможности предполагают установление температуры высокотемпературного воздействия. В публикации [4] предложено использование термоиндикаторов для решения этой задачи.

Данное решение может быть использовано при обследовании зданий и сооружений. Оно может применяться как при комплексном обследовании для реконструкции и капитального ремонта, так и при оценке возможности безаварийной эксплуатации и соответствия нормам, обследовании незавершенных объектов для завершения строительства, определении несущей способности конструкций, разработке проекта демонтажа и определение объемов отходов, энергетическом обследовании и мониторинге систем инженерно-технического обеспечения [5–10], мониторинге состояния реконструируемых зданий и сооружений, при общем мониторинге для выявления объектов с измененным состоянием, мониторинге зданий в зоне влияния строительства и природных воздействий, мониторинге ограниченно-работоспособных зданий для предотвращения аварий, при контроле состояния уникальных зданий, включая высотные и большепролетные.

© Маличенко В. Г., 2024

Обследование и мониторинг зданий и сооружений с термоиндикаторами должны быть четко регламентированы. Такие обследования должны проводить специализированные организации. Первое обследование рекомендуется проводить через два года после ввода в эксплуатацию. В дальнейшем обследование проводится не реже одного раза в 10 лет для обычных зданий и не реже одного раза в пять лет для зданий в неблагоприятных условиях. По результатам обследования должен составляться отчет с подробным заключением. Для уникальных зданий необходим постоянный режим мониторинга. Для отдельных видов конструкций и зданий сроки обследования могут быть увеличены при соблюдении требований национальных стандартов. Сроки первого и последующих обследований могут быть установлены в документах по эксплуатации, утвержденных на национальном уровне. Сроки действия заключения и результатов обследования определяются на национальном уровне.

Следует выделить основные причины проведения обследования:

- обследование проводится по истечении расчетных сроков службы или безаварийной эксплуатации;
- для разработки проекта реконструкции и капитального ремонта;
- при обнаружении дефектов, влияющих на безопасность объекта;
- после пожаров, стихийных бедствий и аварий, угрожающих разрушением здания;
- при попадании здания в зону влияния нового строительства или природно-техногенных воздействий;
- по инициативе собственника или по предписанию надзорных органов.

Исследование термоиндикаторного покрытия должно включать сравнение имеющихся образцов с эталонными значениями, полученными при проведении стендовых испытаний для фиксации изменения цвета бетона при нагреве.

Подготовка эталонных образцов включает выполнение мероприятий, имитирующих процесс нанесения покрытий в реальных зданиях, подготовку поверхностей бетона и нанесение краски на модифицированную поверхность (рис. 1–3). Изготовление образцов в соответствии с национальными стандартами. Очистка и шлифовка поверхностей бетона предполагает использование мелкозернистой наждачной бумаги. Удаление пыли должно осуществляться с помощью компрессорной установки для улучшения адгезии покрытия.

На рис. 4 показаны изменяющиеся значения RGB образцов с термоиндикатором.

Рис. 1. Подготовленная поверхность образцов [4]

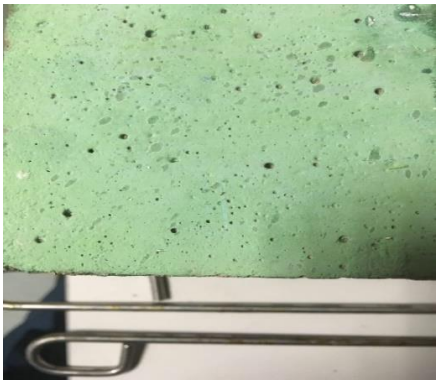


Рис. 2. Нанесение термоиндикаторного покрытия на поверхности образца в один слой [4]

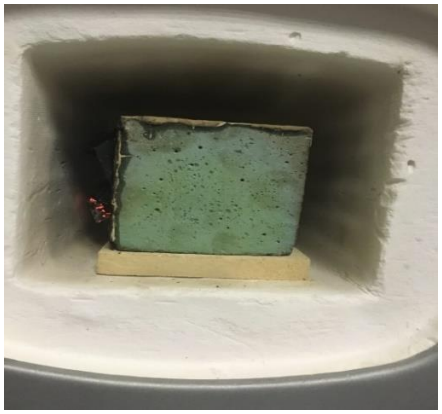


Рис. 3. Образец, размещенный в муфельной печи [4]

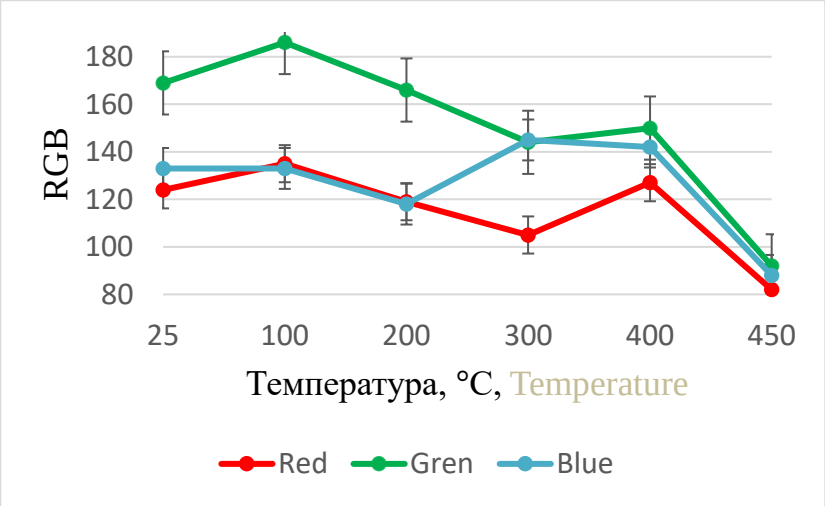


Рис. 4. Изменение значений RGB [4]

Таким образом, предложена методика для обследования зданий с термоиндикаторами, а также подходы к созданию базы данных о температурных изменениях эталонных образцов для указанной методики. Установлена закономерность изменения цвета краски при изменении температуры образцов. Полученные данные могут быть использованы для идентификации изменения цвета и оценки возможности эксплуатации зданий и сооружений после пожара.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Салихова А.Х. [и др.] Разработка программы прогнозирования пожаров на объектах защиты на основе статистических данных. Материалы IV всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов», Ивановская пожарно-спасательная академия, 2017, С. 203-210. - EDN: ZVUQZR

2. Салихова А. Х. [и др.] Применение программных средств прогнозирования обстановки с пожарами на территории субъекта Российской Федерации в деятельности государственного пожарного надзора. Сборник материалов XII Международной научно-практической конференции. Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Иваново, 2017. – С.164-168. - EDN: YXWIIX

3. Салихова А. Х. [и др.] Опыт прогнозирования обстановки с пожарами на территории субъекта Российской Федерации на примере Ивановской области // Техносферная безопасность. 2018. № 1 (18). – С.9-16. - EDN: YUDJEB

4. Федосов С.В. [и др.] О проблеме цветовой дифференциации термоиндикаторов по результатам высокотемпературного воздействия пожара // Техносферная безопасность. 2023. № 3 (40). С. 28-37. - EDN: QYDLDP

5. Маличенко В.Г. [и др.] Оценка огнестойкости железобетонных ограждающих конструкций в условиях развития пожара и пожаротушения (ПОИСК - 2019): сб. материалов всероссийской (с международным участием) научно-техническая конференция аспирантов и студентов. Ч. 1. – Иваново: ИВГПУ, 2019. – С. 339-341. - EDN: EMYGWR

6. Fedosov S. [et al.] The Fire-Resistant Construction for Building Safety. In: Anatolijs B., Nikolai V., Vitalii S. (eds) Proceedings of EECE 2019. EECE 2019. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 70. Springer, Cham C. 319-327. - EDN: WDRHXO

7. Федосов С.В. [и др.] Проблемы совершенствования мониторинга при строительстве малоэтажных жилых зданий // Приволжский научный журнал. 2020. № 2. С. 50-56 - EDN: IWPAJY

8. Федосов С.В. [и др.] Противопожарный контроль соседних зданий при помощи сенсоров «умного дома» // Современные проблемы гражданской защиты. – 2020. – № 3 (36). – С. 125-135. - EDN: RKOVKE

9. Федосов С.В. [и др.] Модель оценки на нормативно-техническом совете возможности внедрения новых строительных материалов // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Материалы. Конструкции. Технологии. 2020. № 4. С. 14-25 - EDN: JIPRVT

10. Федосов С.В. [и др.] Мониторинг пожарной безопасности как средство дистанционного контроля. В сборнике: Современная наука: теория, методология, практика. Материалы III-ей Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Тамбов, 2021. С. 96-100. - EDN: KNNXTD

УДК 614.846:536

В. П. Малый, Т. Р. Амерханов
Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ЛИТЕРАТУРНО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПЕРЕМЕРЗАНИЯ ВОДЫ В ЭЛЕМЕНТАХ НАСОСНО-РУКАВНЫХ СИСТЕМАХ ПРИ КРИТИЧЕСКИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ СИБИРИ И АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИИ

В условиях изменения климата и увеличения числа экстремальных погодных явлений, обеспечение надежности и эффективности работы пожарных насосно-рукавных систем (ПНРС) в низкотемпературных условиях становится актуальной задачей. Данная работа рассматривает методы повышения уровня адаптивности ПНРС к холодным климатическим условиям, включая использование современных материалов, технологий и конструктивных решений.

Ключевые слова: Пожарные насосно-рукавные системы (ПНРС), пожарная безопасность, Сибирь, Арктическая зона, замерзание воды, неработоспособность.

V. P. Maly, T. R. Amerkhanov

A LITERARY AND ANALYTICAL STUDY OF METHODS AND DEVICES FOR PREVENTING WATER FREEZING IN ELEMENTS OF PUMPING AND BAG SYSTEMS AT CRITICALLY LOW TEMPERATURES IN SIBERIA AND THE ARCTIC ZONE OF RUSSIA

In the context of climate change and an increase in the number of extreme weather events, ensuring the reliability and efficiency of fire pumping and bag systems (PNRS) in low-temperature conditions is becoming an urgent task. This work examines methods to increase the level of adaptability of PNRS to cold climatic conditions, including the use of modern materials, technologies and design solutions.

Keywords: Fire pumping and bagging systems (PNRS), fire safety, Siberia, the Arctic zone, water freezing, inoperable.

© Малый В. П., Амерханов Т. Р., 2024

Пожарные насосно-рукавные системы (ПНРС) являются неотъемлемой частью обеспечения пожарной безопасности. Однако в Сибири и Арктической зоне России, где температуры могут достигать -50 °С и ниже, вода в рукавах, насосах и других элементах ПНРС замерзает, что приводит к их неработоспособности. Это создает ряд проблем:

Отдаленность населенных пунктов затрудняет доставку и использование специализированного оборудования для борьбы с пожарами.

1. Перемерзание воды в ПНРС приводит к потере времени на устранение проблемы, что может увеличить масштабы пожара и его последствия.

2. Отсутствие работающих ПНРС повышает риск гибели людей и материальных потерь при пожарах.

3. Сложная топография (горные районы, болота, тайга) создает дополнительные трудности при использовании ПНРС в условиях низких температур.

4. ПНРС, используемые в этих регионах, должны быть специально адаптированы к работе при низких температурах.

5. Замерзание воды, снижение мощности насосов и ухудшение свойств гидравлических жидкостей негативно влияют на все компоненты ПНРС.

Явление «Перемерзания» пожарных насосно-рукавных систем является актуальной темой. Данная проблема приводит к гибели людей из года в год:

– В январе 2018 года в городе Нефтекамск (Башкортостан) произошел пожар в многоквартирном доме. Прибывшие пожарные расчеты столкнулись с замерзанием рукавных линий, что существенно осложнило тушение. В результате погибли 2 пожарных.

– В феврале 2019 года в городе Якутск в условиях сильных морозов (до -45 °С) произошел пожар в жилом доме. Замерзание рукавных линий привело к резкому снижению подачи воды, что не позволило спасти нескольких человек. Погибли 4 человека, включая 2 пожарных.

– Похожий случай произошел в декабре 2020 года в городе Перми. На пожаре в многоквартирном доме рукавные линии покрылись льдом, и пожарные не смогли эффективно подать воду. В результате погибли 2 человека. Во всех этих трагических происшествиях главной причиной гибели стало именно замерзание или сильное обледенение пожарных рукавов и магистральных линий, что полностью парализовало работу противопожарной системы. Это наглядно демонстрирует актуальность проблемы адаптации насосно-рукавных систем к работе в условиях низких температур.

Ранее были проведены исследования по определению интенсивности охлаждения воды в рукавных линиях насосно-рукавных систем, получены зависимости влияния интенсивности охлаждения ОТВ в пожарных рукавах на напор на стволе. В процессе эксперимента при низких температурах окружающей среды в течение 3,5 ч. напор на стволе РС-70 уменьшился на 42 %, на стволе РС-50 — на 60 %. Получены зависимости интенсивности охлаждения воды от расхода по насосно-рукавным системам (рисунок). Исходя

из анализа графической зависимости, можно сделать выводы, что интенсивность охлаждения воды в рукавных линиях зависит от температуры окружающей среды, скорости ветра, расхода огнетушащего вещества, диаметра и материала рукавов.

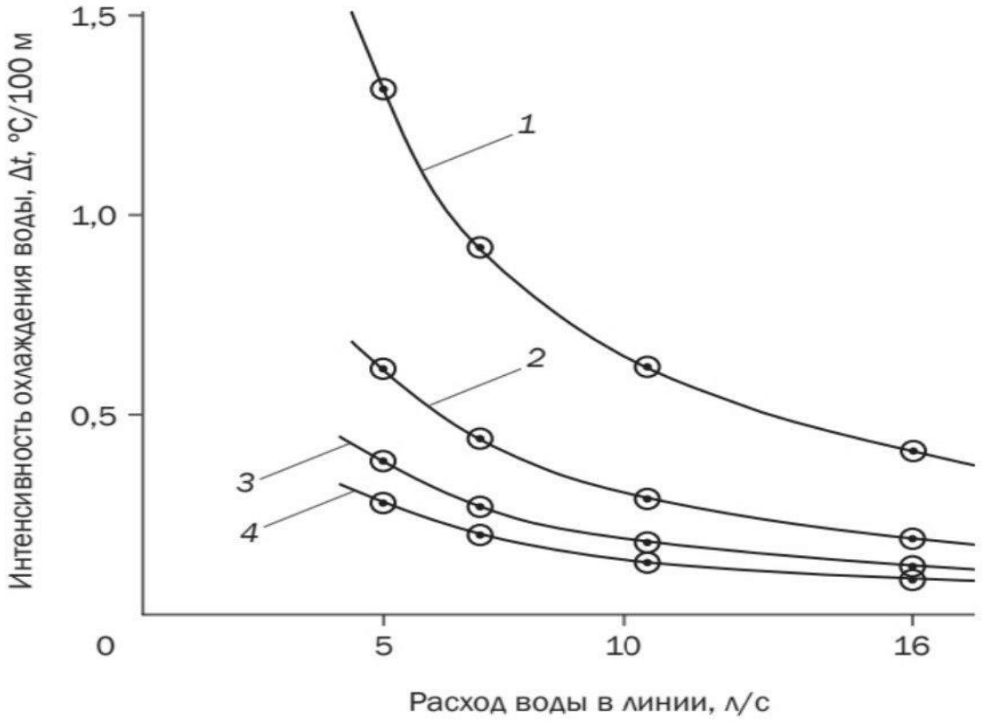


Рисунок. Интенсивность охлаждения воды в насовно-рукавной системе пожарного автомобиля в зависимости от температуры воздуха и скорости ветра: для рукавов с условным проходом DN 80 с внутренним гидроизоляционным покрытием без наружного защитного покрытия:
1 — при температуре -31 °С и скорости ветра 0,5 м/с;
2 — при температуре -38 °С и скорости ветра 5 м/с;
3 — при температуре -41 °С и скорости ветра 0,5 м/с;
4 — для рукавов с условным проходом DN 80 с внутренним гидроизоляционным покрытием с пропиткой каркаса при температуре -22 °С и скорости ветра 5 м/с

Учитывая активное развитие Арктической зоны РФ и модернизацию объектов в холодных регионах, необходима разработка новых форм и способов ликвидации ЧС с учетом местной климатической специфики.

Эффективность работы пожарных подразделений в таких условиях зависит не только от подготовки личного состава и оснащенности техникой, но и от влияния метеорологических факторов. Статистический анализ более 4000 крупных пожаров в России с 1993 по 2023 гг. показал, что наибольшее их количество происходит зимой в холодных районах (62 % от общего за зиму). Средняя продолжительность тушения таких пожаров увеличивается с

понижением температуры: от 4,7 часов при -40...-50 °С до 7,5 часов ниже -50 °С.

Сложные погодные условия негативно влияют на мобильные средства пожаротушения, вызывая их отказы. Из 993 крупных пожаров в 13 % случаев зимой произошли отказы техники из-за низких температур, что затрудняло подачу огнетушащих веществ и усложняло тушение. Наиболее уязвимы к морозам оказались насосные установки (69,6 % отказов), водопенные коммуникации (17,4 %) и вакуумные системы (4,3 %). При этом 90 % таких отказов приходится на холодные климатические районы.

Методы предотвращения перемерзания ПНРС являются неотъемлемой частью обеспечения пожарной безопасности в условиях низких температур. Они способствуют повышению эффективности работы пожарных и снижению риска потери жизни и имущества. Разберем преимущества и недостатки каждого метода:

1. Использование антифриза:

Применение антифриза является одним из наиболее распространенных и эффективных способов предотвращения перемерзания воды в пожарных насосно-рукавных системах (ПНРС) в условиях низких температур. Антифризы – это вещества, добавляемые в воду для снижения ее точки замерзания. Они работают, препятствуя образованию кристаллической решетки льда при низких температурах.

Преимущества использования антифриза:

– Антифризы эффективно предотвращают замерзание воды в ПНРС, обеспечивая их работоспособность в условиях низких температур.

– Антифризы не ухудшают гидравлические свойства воды в системе, обеспечивая эффективную подачи воды к очагу пожара.

– Некоторые типы антифризов обладают противокоррозионными свойствами, что помогает предотвратить коррозию металлических элементов ПНРС.

Недостатки использования антифриза:

– Антифризы могут быть дорогостоящими, особенно при использовании в больших количествах.

– Некоторые типы антифризов могут оказывать негативное влияние на окружающую среду.

– Некоторые антифризы могут снижать поверхностное натяжение воды, что может привести к ухудшению качества водной пены при тушении пожара.

2. Теплоизоляция:

Теплоизоляция является важным методом предотвращения перемерзания воды в пожарных насосно-рукавных системах (ПНРС) в условиях низких температур. Она помогает сохранять тепло в системе, предотвращая замерзание воды в рукавах, насосах и других компонентах.

Преимущества теплоизоляции:

– Теплоизоляция помогает предотвратить замерзание воды в ПНРС, обеспечивая их работоспособность в условиях низких температур.

– Теплоизоляция помогает сохранить эффективность работы ПНРС в условиях низких температур, поскольку не позволяет воде замерзать и затруднять проход воды по рукавам.

– Теплоизоляция помогает предотвратить повреждение компонентов ПНРС, связанные с замерзанием воды.

– Качественная теплоизоляция является долговечной и требует минимального обслуживания.

Недостатки теплоизоляции:

– Применение теплоизоляции увеличивает габариты и вес ПНРС, что может затруднять их транспортировку и маневрирование, особенно в условиях ограниченного пространства.

– Теплоизоляционные материалы могут быть повреждены механическим воздействием или износом в процессе эксплуатации.

– Некоторые виды теплоизоляции могут быть горючими и представлять пожароопасность.

3. Использование специальных материалов:

Применение специальных материалов при изготовлении и модернизации пожарных насосно-рукавных систем (ПНРС) является важным аспектом повышения их устойчивости к низким температурам и предотвращения перемерзания воды.

Преимущества использования специальных материалов:

– Специальные материалы обеспечивают более надежную защиту от замерзания воды в ПНРС.

– Применение специальных материалов помогает сохранить работоспособность ПНРС в условиях низких температур, предотвращая поломки и неисправности.

– Использование специальных материалов повышает безопасность работы с ПНРС в условиях низких температур, снижая риск нештатных ситуаций.

– Специальные материалы более долговечны, чем традиционные, что снижает стоимость эксплуатации ПНРС.

Недостатки использования специальных материалов:

– Специальные материалы часто дороже традиционных, что может увеличить стоимость производства и модернизации ПНРС.

– Некоторые специальные материалы могут требовать специальных технологий и оборудования для обработки и установки.

4. Применение специальных устройств:

Применение специальных устройств является еще одним важным методом для предотвращения перемерзания воды в пожарных насосно-рукавных системах (ПНРС). Эти устройства помогают поддерживать температуру воды выше точки замерзания, обеспечивая бесперебойную работу системы в условиях низких температур. Основными видами устройств являются: подогреватели воды, воздухонагреватели, системы подогрева рукавов, системы автоматического контроля температуры.

Преимущества использования специальных устройств:

– Специальные устройства эффективно предотвращают замерзание воды в ПНРС, обеспечивая их работоспособность в условиях низких температур.

– Применение специальных устройств повышает безопасность работы с ПНРС в условиях низких температур, снижая риск нештатных ситуаций.

– Специальные устройства помогают повысить производительность работы ПНРС в условиях низких температур, обеспечивая бесперебойную подачу воды к очагу пожара.

Недостатки использования специальных устройств:

– Специальные устройства могут быть дорогостоящими, что увеличивает стоимость приобретения и эксплуатации ПНРС.

– Электрические подогреватели требуют источника электропитания, что может быть проблематично в отдаленных районах.

– Некоторые специальные устройства требуют регулярного обслуживания и ремонта, что увеличивает затраты на эксплуатацию ПНРС.

Проведенное литературно-аналитическое исследование выявило ряд перспективных методов и устройств для предотвращения перемерзания воды в элементах насосно-рукавных систем при критически низких температурах Сибири и Арктической зоны России.

Анализ существующих методов и устройств показал, что:

Не существует единого универсального решения. Выбор оптимального метода зависит от конкретных условий эксплуатации системы, типа насосно-рукавной системы, и температурного режима.

Современные технологии предлагают широкий спектр решений: от использования антифризов до установки систем противообледенения и теплоизоляции.

В результате анализа были выявлены следующие перспективные направления для дальнейшего исследования:

– Разработка новых типов антифризов: более эффективных и безопасных для окружающей среды.

– Совершенствование систем противообледенения: более экономичных, энергоэффективных и простых в эксплуатации.

– Применение интеллектуальных систем управления для оптимизации работы насосно-рукавных систем в зимних условиях.

Выводы исследования могут быть использованы при проектировании и эксплуатации насосно-рукавных систем в холодных регионах России. Это позволит обеспечить бесперебойную работу систем и снизить риски повреждения оборудования из-за перемерзания воды. Необходимо проводить дальнейшие исследования и разработки в этой области, чтобы создать более эффективные и экономичные решения для предотвращения перемерзания воды в насосно-рукавных системах в холодных климатических условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алешков М.В. Повышение работоспособности напорных рукавных линий при тушении пожаров условиях низких температур: дис. … канд. техн. наук. − М. : ВИПТШ МВД СССР, 1990.

2. Пат. 23721123 РФ. Способ подогрева насоса в условиях низких температур / М. А. Савин, Ю.А. Кошмаров, Х. И. Исхаков и др.

3. Михеев М. А., Михеев И. М. Основы теплопередачи. − М. : Энергия, 1973.

4. Agenda 21. United Nations Conference on Environment & Development Rio de Janerio, Brazil, 3 to 14 June 1992. URL: https://sustainabledevelopment.un.org/outcomedocuments/agenda21 (accessed: 20.04.2019)

5. Терехов Л.Д., Акимов О.В., Акимов Ю.М. Водоснабжение и водоотведение в северных климатических условиях − Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2008. − 124 с.: ил.

6. Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 год, утв. Президентом Российской Федерации 8 февраля 2013 года.

7. Двоенко, О.В. Создание пожарной и аварийно-спасательной техники для работы в экстремальных метеорологических условиях / М. В. Алешков, О. В. Двоенко // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. - 2011. - № 4. - С. 4-10.

УДК 661.174

Ш. Я. Маматкулова[1], С. А. Сырбу[1,2]
[1]Российский технологический университет — МИРЭА
[2]Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ОГНЕЗАЩИТНОЙ ОБРАБОТКОЙ

Для ткани технического назначения «брезент» с поверхностной плотностью 580 г/м^2 разработаны рецептуры огнезащитных композиционных материалов на основе ПВХ матрицы с наполнителями. Полученные материалы нанесены на поверхность брезента методом воздушной ракли. Методом сканирующей

© Маматкулова Ш. Я., Сырбу С. А., 2024

электронной микроскопии в сочетании с энергодисперсионной рентгеновской спектроскопией выполнено элементное картирование поверхности образцов. Показана корреляция количества вводимых наполнителей с данными элементного анализа, а также равномерность распределения частиц наполнителей в ПВХ-матрице.

Ключевые слова: текстильные материалы, огнезащитные составы, морфология поверхности, элементное картирование, энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия.

Sh. Ya. Mamatkulova, S. A. Syrbu

STUDY OF TEXTILE MATERIALS SURFACE MORPHOLOGY WITH FIRE-RETARDANT TREATMENT

For technical fabric «tarpaulin» with a surface density of 580 g/m2, formulations of fire-protective composite materials based on a PVC matrix with fillers have been developed. The resulting materials have been applied to the tarpaulin surface using the air squeegee method. Elemental mapping of the sample surface has been performed using scanning electron microscopy in combination with energy-dispersive X-ray spectroscopy. The correlation between the amount of fillers introduced and the elemental analysis data has been shown, as well as the uniformity of the distribution of filler particles in the PVC matrix.

Keywords: textile materials, fire retardants, surface morphology, elemental mapping, energy dispersive X-ray spectroscopy

Технический текстиль отличается составом, типом, плотностью переплетения полотна. От их особенностей зависят области применения указанного материала. Важную роль играет и химическая природа отделочного препарата, который наносится на этапе заключительной отделки. Технические ткани, прошедшие специальные виды отделки, в частности, огнезащитную и гидрофобную, востребованы при изготовлении специальной и защитной одежды. Они могут также использоваться как укрывной и тентовый материал [1].

Одним из видов тканей технического назначения являются материалы с покрытием на основе поливинилхлорида (ПВХ). ПВХ-покрытие может наносится на текстильный материал, выработанный из любого вида волокон, обеспечивая его водонепроницаемость. При введении в состав полимерного покрытия антипиренов можно получить технический текстиль одновременно с гидрофобными и огнезащитными свойствами.

Целью нашей работы являлась разработка композиционных материалов на основе поливинилхлорида, наносимых на поверхность ткани и придающих ей повышенную устойчивость к действию открытого пламени за счет введения в полимерную матрицу антипиренов различной химической природы, и проведение морфологического исследования поверхности образцов с помощью сканирующей электронной микроскопии

Для придания композиционному материалу заданных свойств очень важна равномерность распределения частиц наполнителя в матрице. Сделать это можно с использованием элементного картирования. Это процесс визуализации и анализа пространственного распределения элементов в образце или пробе. Оно включает в себя использование различных аналитических методов, таких как сканирующая электронная микроскопия (SEM) в сочетании с энергодисперсионной рентгеновской спектроскопией (EDS) или электронно-зондовым микроанализом (EPMA) для создания карт элементов. Эти карты предоставляют ценную информацию об элементном составе и концентрации в различных областях образца, позволяя исследователям понять распределение и ассоциации элементов в материале.

Следует отметить, что метод элементного картирования используется при исследовании морфологических особенностей синтезированных наночастиц, минералов, биологических тканей [2, 3]. Поэтому представляет интерес оценка возможности его применения для текстильных материалов, имеющих отделку.

В качестве текстильной основы для нанесения разработанных композитов выбрана хлопко-льняная ткань «брезент» с поверхностной плотностью 580 г/м^2, как обладающая высокими физико-механическими характеристиками. В качестве наполнителей, вводимых в ПВХ-матрицу, использовались диоксид титана и шунгитовый порошок (в количестве 2 % от ее массы) и смесь указанных добавок (по 1 масс. % каждой). Выбор наполнителей обусловлен тем, что они имеют значительно более высокую термическую стойкость по сравнению с целлюлозой и ПВХ. Помимо этого, шунгитовый порошок может образовывать в ПВХ-пленке коксовый слой, защищающий материал от контакта с кислородом воздуха, а TiO_2 имеет высокую отражающую способность и хорошую совместимость с любым пленкообразователем.

Составы на основе ПВХ-пластизоля для поверхностного нанесения на ткань готовили следующим образом: смешивали поливинилхлорид эмульсионный и диоктилфталат при комнатной температуре до получения однородной пасты, после чего помещали в термошкаф с температурой 30–35 ºС на 30–60 минут при условии постоянного перемешивания. Готовый состав охлаждался в течение 15–20 минут до комнатной температуры. Далее для получения различных образцов вводили наполнители: шунгитовый порошок, диоксид титана и их смесь.

Готовые составы наносили на ткань методом воздушной ракли. При этом толщина наносимого слоя составляла 0,50 ± 0,01 мм. Далее проводили обработку образцов в среде горячего воздуха с температурой 145–150 ºС в течение 5 мин.

Исследование морфологии поверхности и элементного состава поверхности исходного «брезента» и образцов с ПВХ-покрытиями проводили с использованием системы энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (EDS Thermo Fisher Scientific) для микроскопа Quattro S.

Принцип работы СЭМ и результаты, которые возможно получить при его использовании, подробно изложены в работах [4, 5]. Максимальная погрешность исследования при получении количественных данных по элементному составу покрытий составляет 0,6 %.

С научной точки зрения представляет значительный интерес изучение морфологии и элементного состава поверхности исходного «брезента», «брезента» с ПВХ-матрицей и образцов материала с нанесенными композиционными огнезащитными покрытиями. При этом можно оценить качественный и количественный состав покрытия и равномерность распределения частиц наполнителя в полимерной матрице. С этой целью была проведена сканирующая электронная микроскопия, которая позволяет получить следующие характеристики объекта: композиционный и ориентационный контраст, состав микрокомпонентов, рельеф поверхности материала, наличие микропримесей, а также определить элементный состав компонентов материала. В качестве примера на рис. 1 и 2 приведены СЭМ изображения и результаты элементного картирования поверхности некоторых исследуемых образцов.

Данные элементного состава, полученные с использованием системы энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии, сведены в табл. 1.

При анализе данных таблицы обращает на себя внимание факт увеличения массовой доли углерода в композиционном материале с шунгитом в качестве наполнителя. Это связано с тем, что шунгит представляет собой природный композит, имеющий углеродную и силикатную составляющие. Он состоит из глобулярного графитоподобного углерода с вкрапленными частицами оксида кремния, преимущественно кварца, и алюмосиликатов. В углеродных глобулах распределены вода, микроэлементы, фуллерены в форме C_{60} и C_{70} и нанотрубки [6].

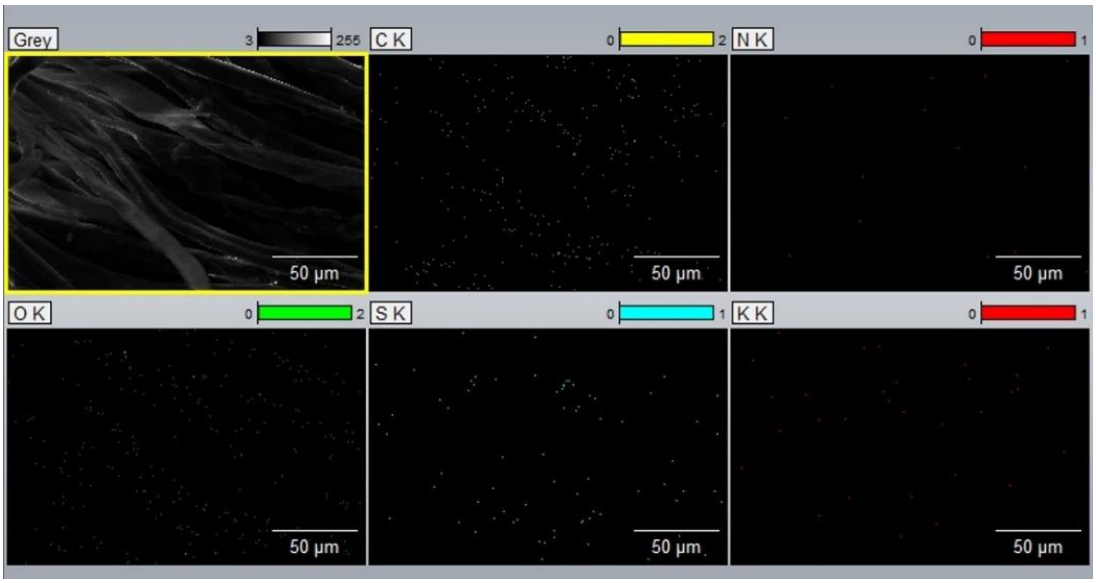


Рис. 1. СЭМ изображение и результаты элементного картирования поверхности брезента

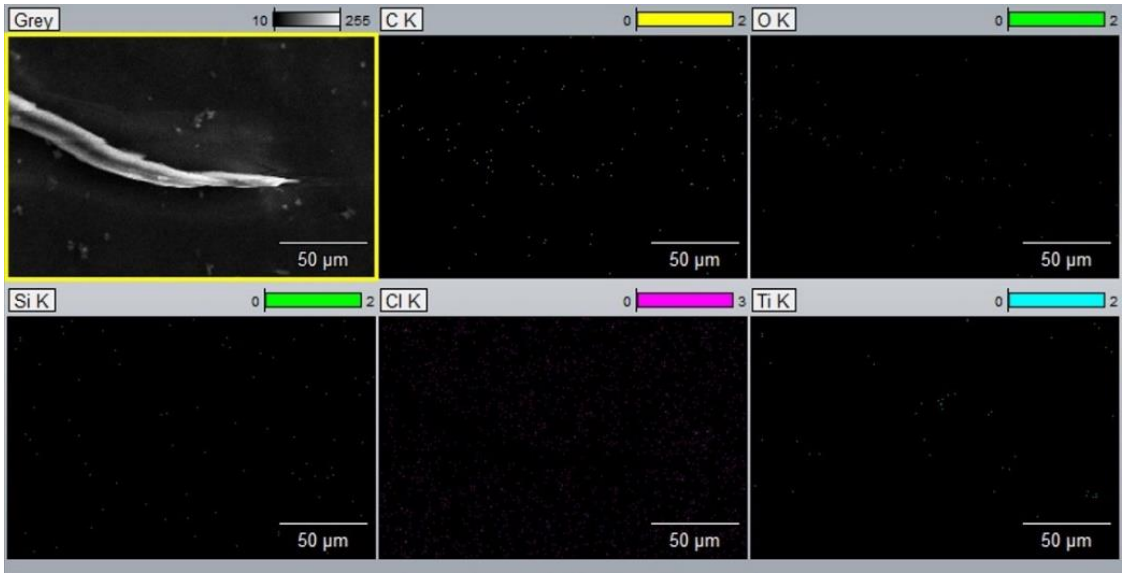


Рис. 2. СЭМ изображение и результаты элементного картирования поверхности брезента, покрытого композицией с диоксидом титана

Анализ СЭМ изображений и данных таблицы показывает также наличие соединений кремния как в составе ПВХ матрицы, так и в композитах с добавлением диоксида титана и шунгита. В литературе [7, 8] имеются данные, что кремнийсодержащие добавки вводят в исходный ПВХ-порошок в качестве наполнителей. Они могут выполнять различные функции: увеличивать способность прочих наполнителей встраиваться в полимерную матрицу, повышать термическую стабильность композитного материала и являться хорошими внутренними смазками, за счет чего могут служить состабилизаторами полимера. В качестве стабилизаторов ПВХ могут быть также использованы соединения свинца, которые и были обнаружены в образце брезента, покрытого пленкой ПВХ.

Таблица. **Данные элементного состава защитных покрытий на брезенте, полученные с использованием системы энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии**

Элемент	Содержание элемента	Вид покрытия на образце				
		-	ПВХ	ПВХ + TiO_2	ПВХ + шунгит	ПВХ + TiO_2 + шунгит
C	Атом. %	39,1	56,1	59,2	59,5	56,7
	Масс. %	32,5	38,6	42,3	44,3	39,3
O	Атом. %	48,3	24,7	24,3	27,3	24,3
	Масс. %	53,5	22,6	23,2	27,1	22,4
N	Атом. %	11,1	-	-	-	-
	Масс. %	10,8	-	-	-	-
Cl	Атом. %	-	18,0	15,2	12,3	17,5
	Масс. %	-	36,7	32,0	27,0	35,8

Элемент	**Содержание элемента**	**Вид покрытия на образце**				
		-	**ПВХ**	**ПВХ + TiO_2**	**ПВХ + шунгит**	**ПВХ + TiO_2 + шунгит**
Ti	Атом. %	-	-	0,4	-	0,2
	Масс. %	-	-	1,1	-	0,6
Прочие элементы		S, Mg, K, Na, Ca	Pb, Si	S, Si	Si, Al, Ca	Si

Также необходимо отметить, что содержание обнаруженного титана коррелирует с количеством диоксида титана, введенного в композиты.

Визуальный анализ представленных на СЭМ изображениях данных позволяет судить о равномерности распределения частиц наполнителей в ПВХ-матрице.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технические ткани: виды и назначение [электронный ресурс]. Режим доступа: https://fabrikant-textile.ru/articles/tekhnicheskie-tkani-nbsp-vidy-nbsp-i-naznachenie/ (дата обращения 27.02.2024).

2. Криштал М.М., Ясников И.С., Филатов А.М. и др. Сканирующая электронная микроскопия и рентгеноспектральный анализ в примерах практического применения. М.: Техносфера. 2009. 208 с.

3. Комисов А.А. Методика качественного и количественного картирования макроэлементного состава биологических тканей: дис. … канд. физ.-мат. наук: 03.01.02; 03.01.08. Москва. 2019. 111 с

4. Устройство и преимущество сканирующего электронного микроскопа // Развитие науки [электронный ресурс]. Режим доступа: https://v-nayke.ru/?p=16862 (дата обращения 28.02.24).

5. Быков Ю.А., Карпухин С.Д. Растровая электронная микроскопия и рентгеноспектральный микроанализ. Аппаратура, принцип работы, применение: учеб. пособие по курсу «Современные методы исследования структуры материала» / Под ред. Ю.А. Быкова. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. 44 с.

6. Волочко А.Т., Лыньков Л.М., Криштопова Е.А. Шунгитовый минерал и области его применения // Инженер-механик. – 2009, № 3. С. 38 - 45.

7. Гроссман Ф. Руководство по разработке композиций на основе ПВХ. Изд-во: Научные основы и технологии, 2009. 550 с.

8. Гузеев В.В. Структура и свойства наполненного поливинилхлорида (ПВХ). Изд-во: Научные основы и технологии, 2012. 284 с.

УДК 614.842.651

А. П. Мамонтов*, *В. А. Антипов
Дальневосточная пожарно-спасательная академия — филиал Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России

СИСТЕМЫ ИМПУЛЬСНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ, КАК НОВЫЙ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ СПОСОБ ЛИКВИДАЦИИ ВОЗГОРАНИЙ

Данная научная работа посвящена рассмотрению новой разработке в области пожаротушения — импульсного пожаротушения. Принцип действия, область применения, достоинства и недостатки.

Ключевые слова: импульсное пожаротушения, огнетушащие вещества, системы импульсного пожаротушения.

A. P. Mamontov*, *V. A. Antipov

PULSE FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS AS A NEW UNIVERSAL WAY TO ELIMINATE FIRES.

This research paper is devoted to the consideration of a new development in the field of fire extinguishing - pulse fire extinguishing. The principle of action, area of application, advantages and disadvantages.

Key words: pulse fire extinguishing, extinguishing agents, pulse fire extinguishing systems.

В настоящее время современные технологии меняют нашу привычную жизнь. Появляются новые виды различной электроники, транспортных средств, оборудования, вследствие чего и технологические процессы. Вследствие чего происходит рост ущерба от пожара.

Работа ученых в области пожаротушения направлена на разработку способа универсального, экономичного и главное эффективного способа ликвидации возгорания. Данной инновацией можно считать различные установки импульсного пожаротушения.

Установки импульсного пожаротушения являются системами, использующие технологию импульсных разрядов для создания мельчайших капель огнетушащего вещества. Для ликвидации горения, данным способом, могут быть использованы такие огнетушащие вещества как, вода, вода со смачивателями, огнетушащие порошки.

Именно использование энергии импульса добавляет к механизмам прекращения горения используемых обычных огнетушащих веществ эффект механического срыва пламени, что приводит к резкому повышению

© Мамонтов А. П., Антипов В. А., 2024

огнетушащей эффективности. Так, расход огнетушащего вещества уменьшается в 2–4 раза, время тушения — в 1–2 раза.

Появление импульсного пожаротушения, как и остальных новых систем пожаротушения, обусловлено тем, что традиционные способы пожаротушения неэффективно применять в разных условиях. Традиционные методы подачи огнетушащего вещества основаны на продолжительном локальном воздействии относительно малых струй огнетушащего вещества на несравнимо большие площади и объемы горения. Струи огнетушащих веществ имеют малые мощности и площади тушения, что не позволяет достаточно быстро тушить пожары. Например, подача воды компактными струями приводит к большим потерям: до 99 % воды не участвует в ее тушении (при теоретически достаточных 100 г/м^2, на пожарах расходуется 100–200 л/м^2).

В литературе имеются сообщения о двух различных подходов к разработке систем импульсного пожаротушения:

- *пневматические,* которые используют для распыления и метания огнетушащего вещества энергию давления сжатого воздуха.
- *пороховые,* которые используют для распыления и метания огнетушащего вещества энергию взрыва зарядов пороховых газов.

Пневмосистемы импульсного пожаротушения IFEX (Impulse Fire Ex¬tinguishing Technology) включают в себя широкий спектр оборудования. Механизм прекращения горения включает в себя механический срыв пламени за счет энергии сжатого воздуха и способы прекращения горения, реализуемые собственно метаемым огнетушащим веществом.

Наибольшее популярный является ранцевый огнетушитель «IFEX-3O12». В качестве огнетушащего вещества чаще всего применяется вода, вода со смачивателями и пенообразователями. Огнетушащее вещество распыляется за кратчайшее время (25 мсек) до очень маленького размера капель (50–100 мкм), вследствие чего повышается эффективность тушения и огнетушащие вещество со скоростью 430 км/час подается в очаг пожара. Время перезарядки составляет 2–3 секунды. Ранцевый огнетушитель состоит из баллонов для хранения сжатого воздуха и огнетушащего вещества, водомета (длиной 1 м), выполненного из нержавеющей стали.

Описываются эксперименты по тушению горящего легкового автомобиля ранцевым огнетушителем «IFEX-3012» с использованием 4 литров воды. В Японии и Италии боевые расчеты пожарных, вооруженных ранцевыми огнетушителями, направляются на вызовы на мотоциклах, что позволяет быстрее прибывать на место и приступать к тушению даже в условиях загруженности автодорог. Подчеркивается безвредность для окружающей среды. Описывается эксперимент по тушению разлива 2000 л бензина автомобильной системой, использующей технологию IFEX. Пожар был потушен за счет применения 107 литра воды и 1 литра пенообразователя за 44 сек. при этом было совершенно 12 выстрелами.

Пороховые системы импульсного пожаротушения, разрабатываются Черкасским политехническим институтом и включают в себя носимые импульсные миниогнеприятели («Импульс 1/05»), ствольные переносные («Импульс 1/2»), а также другие модификации. Механизм прекращения горения включает в себя механический срыв пламени метаемым огнетушащим составом за счет энергии пороховых газов и способы прекращения горения, реализуемые собственно метаемым огнетушащим веществом. [1]

Импульс ½ состоит из ствола диаметром 100–120 мм, заполняемого огнетушащим составом, и казенной части, в которую вставляется стандартный патрон 12 калибра с пороховым зарядом. Принцип действия основан на использовании энергии пороховых газов, подающий огнетушащие вещества. В качестве огнетушащего вещества применяют любые жидкие, вязкие, сыпучие материалы и составы (огнетушащие порошки, вода, вода с пенообразователем, песок, грунт). Площадь тушения 10–12 м^2, оптимальная дальность тушения — 16 м, объем огнетушащего состава 2–0,5 л, время перезарядки не более 20 сек. Переход от одного огнетушащего состава к другому не требует профилактики и чистки и производится незамедлительно, что делает его особенно полезным при тушении низовых лесных пожаров, пожаров травы, кустарников и т. д.

Но в обоих видах данной технологии имеется аналогичный алгоритм работы. В оборудовании сжатый воздух разгоняет огнетушащие вещество до скорости более 420 км/ч, расщепляя 1 литр воды в 100 литров капель. Давление воздуха в баллоне составляет 25 бар, что обеспечивает высокую скорость подачи огнетушащего состава. За счет сопротивления воздуха размер капель уменьшается до 100 микрон, что способствует увеличению охлаждаемой поверхности с 5,8 квадратных метров до 60 квадратных метров.

Данная система уже применяется во многих странах Европы и Азии. Так, например пожарная охрана Токио заказала у российской компании: «АЙФЕКС» мотоциклы, оснащенные мобильной системой импульсного пожаротушения и рюкзаки «АЙФЕКС 3012» для решения проблемы тушения пожара в метрополитене. Двигаясь по узкому тоннелю на мотоцикле, пожарные за минимальное время оказываются на месте возгорания, а установки пожаротушения позволяют ликвидировать пожар на начальной стадии.

Также следует отметить универсальность применения импульсных установок. За счет применения различных огнетушащих составов они успешно справляются с тушением различных классов пожаров, что делает их незаменимым инструментом в борьбе с возгораниями как на промышленных объектах, так и в обычных жилых или офисных зданиях. Данная система установлена на производственных объектах таких фирм как: Samsung, BMW, MAN, Airbus, Siemen и другие.

К основным плюсам импульсного пожаротушения можно отнести:

- более высокую огнетушащую эффективность применяемых огнетушащих веществ, за счет добавления эффекта механического срыва пламени;

- использование широкого перечня огнетушащих веществ (некоторые системы используют практически все вязкие огнетушащие вещества);
- возможность подачи огнетушащего средства издалека, выводя пожарного из зоны воздействия опасных факторов пожара;
- многократное использование одного огнетушащего средства (прибора подачи). [2]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лахвич, В. В., Богданова, В. В., Врублевский, А. В. Эффективность применения импульсного устройства пожаротушения в помещении в зависимости от природы огнетушащего средства / В. В. Лахвич, В. В. Богданова, А. В. Врублевский // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. — 2008. — № 2. — С. 61-65.

2. Шаронов, Д. В. Анализ современных технологий установок импульсного пожаротушения и их роль в обеспечении эффективности первичного тушения пожаров / Д. В. Шаронов // Вестник науки. — 2023. — № 12. — С. 1126-1133.

УДК 620.16

И. В. Медведев*, Е. В. Зарубина
*ООО «ЭКСПЕРТ», г. Киров
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ЗАПОРНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПОЖАРНЫХ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ГОЛОВОК

Поиск эффективных решений, направленных на комплексную защиту системы внутреннего пожарного водопровода.

Ключевые слова: пожарный рукав, защита от кражи, внутренний пожарный водопровод, пожарный кран, шкаф, запорное устройство для пожарных соединительных головок, охрана.

I. V. Medvedev*, E. V. Zarubina

DEVELOPMENT OF PROPOSALS FOR THE USE OF LOCKING DEVICES FOR FIRE CONNECTION HEADS

Search for effective solutions aimed at comprehensive protection of the internal fire water supply system.

Keywords: fire hose, theft protection, internal fire water supply, fire faucet, cabinet, locking device for fire connection heads, security.

© Медведев И. В., Зарубина Е. В., 2024

Для эффективного и оперативного тушения очага пожара пожарные подразделения используют метод горизонтальной, вертикальной и смешанной прокладки пожарных рукавов к месту возгорания.

При вертикальной, горизонтальной и смешанной прокладке по развёртыванию пожарных рукавов, особенно, при протягивании по твёрдым и не ровным поверхностям (асфальт, бетон, гравий и т.д.), и при подъёме на высоту сталкиваются с расцеплением пожарных соединительных головок ГОСТ 28352-89, из-за:

- повреждения(деформации) резиновых колец ГОСТ 6557 или их отсутствия;
- подачи тушащего вещества в момент заполнения при распрямлении (вращении).

Также, хочется отметить, что при вертикальной или смешанной прокладке в момент подъёма рукавной магистрали на высоту бывают расцепления пожарных соединительных головок (и вся, проделанная, пожарными работа летит вниз), но при использовании запорного устройства для пожарных соединительных головок с быстро закрывающим и расцепляющим замком «МИВ-1» (исп. 02); «МИВ-2» (исп. 02); «МИВ-3» (исп. 02) [1], которое разработано для их фиксации, и надёжного соединения. А также защиты от протирания, на изделиях имеются износостойкие материалы, которые при прокладке берут трение на себя, тем самым защищают слабое место рукава от протираний.

В настоящее время подразделения МЧС службы пожаротушения при прокладке магистральных и рабочих линий регулярно проводят осмотр и ремонт из-за механических повреждений оболочки целостности и герметичности пожарных рукавов во время развёртывания при тушении пожаров и тренировках.

При этом напорные пожарные рукава чаще всего используются и соответственно быстрее выходят из строя. Как говорится: «Если пожарная единица повреждена значит она не встрою». Однако своевременная защита и фиксация пожарных рукавов запорным устройством для пожарных соединительных головок в местах соединения прекрасно справляется со своей задачей и исключает возможность повреждения, забрав нагрузку (трение) на себя и также исключает расцепление полугаек рукавной линии (рис. 1).

В результате применения данного технического решения повысится срок службы пожарных рукавов и сократиться время при развертывании рукавной линии, где при нештатной ситуации может произойти расцепление полугаек головок рукавных (ГР), муфтовых (ГМ) и цапковых (ГЦ).

Рис. 1. Устройство для обеспечения надежности соединения напорных пожарных рукавов

Рис. 2. Соединение напорных пожарных рукавов

Данный способ фиксации решает следующие технические решения:

1. Защита от протирания рукавов при прокладке;
2. Использование при горизонтальной и вертикальной прокладке;
3. Возможность использование пожарных рукавов с потерянной манжетой (возможно и со сломанным одним клыком);
4. Надёжность соединения полугаек.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что, во-первых, исправное содержание пожарных кранов и ВПВ, во-вторых, проведение инструктажей во всех организациях, по эффективному использованию пожарных кранов при возгорании на объектах защиты, может спасти как имущество, так и человеческие жизни.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент на полезную модель №188164 Российская Федерация, МПК A62C 33/04 (2006.01), F16K 35/06 (2006.01). Запорное устройство для соединительных головок: № 2018127967, заявл. 30.07.2018: опубл. 01.04.2019 Бюл. № 10/ Медведев И.В.: ил. – Текст: непосредственный.

2. https://43.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/2591554.

3. Григорьев В.В., Зарубина Е. В., Т.В. Шмелева. Исследование устройства по определению эксплуатационных характеристик трубопровода. «Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов», посвященная 90-летию образования гражданской обороны., 2022 С. 91-96.

4. Уткин А.А., Зарубина Е. В., Т.В. Шмелева. Разработка устройства для исследования эксплуатационных характеристик трубопровода. IX Всероссийская научно-практическая конференция «Актуальные вопросы совершенствования

инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов», посвященная 90-летию образования гражданской обороны, 2022. С. 420-424.

УДК 614.841

А. С. Мелихов, И. А. Болодьян, И. В. Истомин
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

РОЛЬ КОНВЕКЦИИ В ГОРЕНИИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ОБОГАЩЕННЫХ КИСЛОРОДОМ СРЕДАХ

Рассмотрена роль естественной и вынужденной конвекции в процессе горения элементов из полимеров в обогащенной кислородом среде. Показано, что в наземных условиях способность полимеров к горению определяется влиянием интенсивности как вынужденной, так и естественной вентиляции.

Ключевые слова: полимерные материалы, горение, предельная концентрация кислорода, предельная скорость газового потока, естественная конвекция, вынужденная конвекция, невесомость.

A. S. Melikhov, I. A. Bolodyan, I. V. Istomin

THE ROLE OF CONVECTION IN GORENJE POLYMER MATERIALS IN OXYGEN-ENRICHED MEDIA

The role of natural and forced convection in the combustion of polymer elements in an oxygen-enriched environment is considered. Gorenje It is shown that in terrestrial conditions, the ability of polymers to burn is determined by the influence of the intensity of both forced and natural ventilation.

Key words: polymer materials, gorenje, oxygen concentration limit, gas flow rate limit, natural convection, forced convection, weightlessness.

Как известно, обогащенная кислородом среда, используется в качестве атмосферы в обитаемых гермоотсеках российских космических летательных аппаратах. Основной горючей нагрузкой в этих объектах являются полимерные материалы. Для установления способности материалов к горению в обогащенной кислородом среде в наземных условиях используется значение предела горения полимерных материалов по концентрации кислорода $C_{пр}$ [1]. $C_{пр}$ — это наименьшее значение концентрации кислорода в атмосфере, выше которой происходит горение материала, ниже — нет. При этом следует различать два предела горения полимерных материалов по концентрации

© Мелихов А. С., Болодьян И. А., Истомин И. В., 2024

кислорода в зависимости от направления горения вертикально расположенного образца материала.

Если направление горения совпадает с направлением действия силы тяжести, то величина $C_{пр}^{КИ}$ называется кислородным индексом [2], а если противоположно — $C_{пр}^{пр}$. В табл. 1 показано различие $C_{пр}$ в зависимости от направления горения $C_{пр}^{КИ}$.

Таблица 1. **Значение $C_{пр}$ для полимерных материалов при различном направлении горения образца**

Материал	**Пределы горения полимерных материалов по концентрации кислорода, %**	
	Горение снизу вверх, $C_{пр}^{пр}$.	**Горение сверху вниз, $C_{пр}^{КИ}$**
Органическое стекло СО-120-А	15.5	17.5
Полиамид	18.0	20.0
Ткань хлопчатобумажная	14.0	17.0
Фторопласт-4	38.0	95.0

Из табл. 1 видно, что горение материалов сверху вниз происходит при более высокой концентрации кислорода, чем снизу вверх. Поэтому для определения условий пожаробезопасного применения полимерных материалов используется значение $C_{пр}^{пр}$, определенное при распространении процесса горения снизу вверх. В дальнейшем речь будет идти именно об этой величине.

Установленная разница между значениями пределов горения полимерных материалов по концентрации кислорода при разной ориентации образца обусловлена тем, что при горении снизу вверх длина пламени существенно больше, чем при горении сверху вниз вследствие разной интенсивности естественно-конвективных потоков при данных режимах горении образца. При горении снизу вверх образец материала прогревается на большей длине и глубине. Соотношение скоростей тепловыделения и теплопотерь при горении снизу вверх более благоприятно для поддержания горения, чем при горении сверху вниз. На рис. 1 показана зависимость $C_{пр}^{пр}$ от скорости вынужденного газового потока.

Из рис. 1 видно, что в исследованном диапазоне скорости газового потока V_{gf} значение $C_{пр}^{пр}$ материалов, горящих в газовой фазе, меняется мало. Графики имеют минимум. Подъем кривых слева объясняется разбавлением подаваемой в камеру горения исходной газовой среды продуктами горения материала при малой скорости потока, обеспечиваемой малым расходом подаваемой газовой среды. Подъем кривых справа объясняется увеличением конвективных теплопотерь из зоны горения с повышением скорости газового потока.

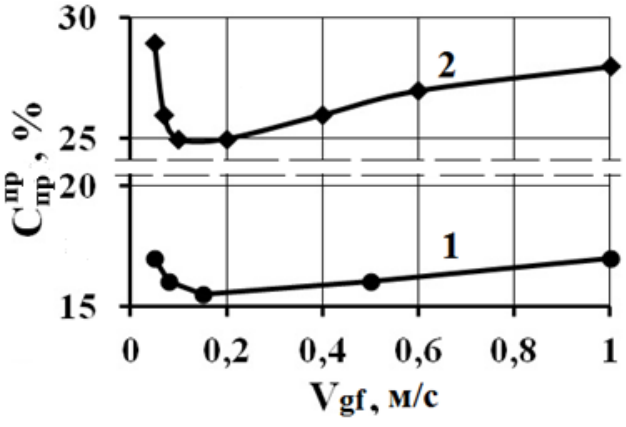


Рис. 1. Зависимость значения $C_{пр}^{пр}$ от скорости газового потока при газофазном горении материалов: 1 — органическое стекло СО-120-А; 2 — ткань хлопчатобумажная

Из вышеизложенного можно сделать важный методологический вывод о том, что значение $C_{пр}^{пр}$ материалов, горящих в газовой фазе, при наличии нормальной силы тяжести следует определять при скорости потока 10 ± 2 см/с. При испытании гетерогенно горящих материалов скорость газового потока в опытах должна соответствовать максимально возможной в месте расположения элемента из данного материала в обитаемом гермоотсеке.

Таким образом, представленные данные свидетельствуют о том, что в наземных условиях способность к горению полимеров определяется взаимодействием естественной и вынужденной конвекций. При этом наличие естественной конвекции, как видно из рис. 1 препятствует изучению влияния малых значений скорости газового потока на величину $C_{пр}$.

Известно, что подъемные силы, вызывающие естественно-конвективное движение среды при горении, в том числе в плоском горизонтально расположенном газовом слое ограниченной высоты, характеризуются критерием Грасгофа. В состав критерия Грасгофа: $Gr = g_{pl} \times (l_w)^3 \times \Delta T / T_w \times \nu_g^2$ входят следующее параметры, определяющие интенсивность и скорость естественно-конвективного движения газовой среды в нагретой зоне: g_{pl} – ускорение силы притяжения планеты, см/с^2; l_w – линейный размер нагретой зоны в направлении вектора ускорения силы тяжести, см; $\Delta T = T_{flm} - T_0$ – перепад температур в нагретой зоне, К; T_{flm} – максимальная температура среды, К; T_0 – температура окружающей среды, К; $T_w = 0.5 \times (T_{flm} + T_0)$ – определяющая (осредненная) температура среды, К; ν – кинематическая вязкость среды при T_w, см^2/с.

Из состава параметров критерия Грасгофа видно, что интенсивность естественно-конвективного движения газовой среды определяется при данном ускорении силы тяжести g_{pl} значениями T_w и l_w.

Учитывая постоянство значения максимальной температуры в пламени на предельных режимах горения материалов, а, следовательно, и значения T_w, снизить естественно-конвективное движение газовой среды в плоском горизонтально расположенном газовом слое при действии ускорения силы

притяжения планеты можно только за счёт ограничения высоты горизонтально расположенного газового слоя l_w.

Исходя из приведенных выше положений в работе [3] была разработана установка «Плоский канал», которая позволила имитировать невесомость, т.е. исключить действие силы тяжести на процесс горения полимеров в наземных условиях. На этой установке далее проводилось изучение предельных условий горения полимерных материалов при воздействии только вынужденного потока газовой среды. При этом образец материала располагался в плоском канале между двумя негорючими пластинами, в котором создавался поток азотно-кислородной смеси заданного состава и скорости. Расстояние между пластинами было подобрано таким образом, чтобы исключить влияние естественной конвекции. Далее образец материала зажигался с торца и велось наблюдение. В процессе последовательных опытов было установлено, что при каждой фиксированной концентрации кислорода существует минимальная скорость вынужденного газового потока V_{lim}, ниже которой горение образца материала не происходит. В табл. 2 приведены, в качестве примера, значения V_{lim} для некоторых материалов.

Таблица 2. **Значения V_{lim} материалов при $P_{атм}$=0,1 Мпа**

Наименование, химическая основа, состав материала	**Значение $C_{пр}^{пр}$ материала ,%**	**Значение V_{lim} материала при C_{ox} = 24.8 %, см/с**	**Значение V_{lim} материала при C_{ox} = 40 %, см/с**
Пленка из фторопласта Ф-4МБ	35.5	Не горит	13.5
Поликарбонат. Линейный полиэфир угольной кислоты с добавкой двуокиси титана	23.5	11.2	4.2
Пенополиуретан эластичный ППУ-ТС-35	19.5	4.1	1.6
Полотно трикотажное основовязаное ПКО-2. Полиамид	17.5	3.1	0.9
Пенопласт полистирольный ПС-1-150	16.5	2.8	0.8
Органическое стекло СО-120-А	15.5	2.6	0.7

C_{ox} – концентрация кислорода в газовой среде.

Таким образом, существование величины V_{lim} говорит о том, что в условиях отсутствия естественной конвекции – в орбитальном полёте космического аппарата, вынужденный (вентиляционный) поток газовой среды является главным фактором, определяющим возможность горения полимерных материалов в гермоотсеках космических аппаратов.

В дальнейшем данный вывод был подтвержден в экспериментах на околоземной орбите [4, 5]. В итоге, то обстоятельство, что возможность горения полимерных материалов отсутствует в условиях невесомости при скоростях газовых потоков ниже определенного уровня легла в основу создания системы пожаротушения [6], которая используется для обеспечения пожарной безопасности в обитаемых гермоотсеках модулей российского сегмента МКС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болодьян И.А., Долгов Э.И., Жевлаков А.Ф., Мелихов А.С., Потякин В.И. О предельных условиях горения полимеров. // »Физика горения и взрыва», 1979. № 4.С. 63-65.

2. Fenimore C.P., Martin F.Y. / In the journal «Combustion and Flame», 1966, Vol. 10, № 1-2. pp. 21-26.

3. Патент России № 2116093. / Устройство по определению предела горения материалов по скорости потока для условий невесомости. Авторы: Мелихов А.С., Иванов А.В., Потякин В.И. // Приоритет от 05.12.1995. Опубликован службой ФИПС Роспатента 27.07.1998. Бюл. № 21.

4. Болодьян И.А., Иванов А.В., Мелихов А.С. / Горение твердых неметаллических материалов в условиях микрогравитации. // «Материалы 5-го симпозиума «Азия-Океания» по науке и технике пожара». г. Ньюкасл, Австралия, 3-6 декабря 2001 г. – С. 195-204.

5. David L. Urban, Paul Ferkul, Sandra Olson Gary A. Ruff, John Easton, James S. T'ien, Ya-Ting T. Liao, Chengyao Li, Carlos Fernandez-Pello, Jose L Torerod, Guillaume Legros, Christian Eigenbrod, Nickolay Smirnov, Osamu Fujita, Sebastien Rouvreau, Balazs Toth, Grunde Jomaas. / Flame spread: Effects of microgravity and scale. // Combustion and Flame. 199 (2019). pp. 168-182.

6. Патент России № 2116092. Способ обеспечения пожарной безопасности обитаемых гермоотсеков космических летательных аппаратов. Авторы: Мелихов А.С., Зайцев С.Н., Иванов А.В. Приоритет изобретения от 05.12.1995 г. Опубликован службой ФИП1 Роспатента 27.07.1998. Бюл. № 21.

УДК 614.841

А. В. Мордвинова[1,2], В. П. Некрасов[1], Е. А. Воронина[1], С. А. Мирошниченко[1]
[1] ФГБУ «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России»
[2] ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ»

ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ БАССЕЙНОВ-НАКОПИТЕЛЕЙ ДЛЯ СБОРА АВАРИЙНЫХ ПРОЛИВОВ КРИОГЕННЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Разработан подход к оценке основных параметров бассейнов-накопителей для сбора аварийных проливов криогенных жидкостей, а именно объёмной вместимости бассейна и минимально допустимого противопожарного расстояния от технологического оборудования, на котором следует размещать указанный бассейн. Разработанный подход после соответствующей верификации и валидации целесообразно применять на практике при проектировании системы сбора аварийных криогенных проливов.

Ключевые слова: криогенные жидкости, сжиженный природный газ, бассейн-накопитель, аварийные проливы, пожар.

A. V. Mordvinova, V. P. Nekrasov, E. A. Voronina, S. A. Miroshnichenko

APPROACH TO ESTIMATION OF MAIN PARAMETERS OF STORAGE BASINS FOR COLLECTING EMERGENCY SPILLS OF CRYOGENIC LIQUIDS

The approach to estimation of the main parameters of storage pools for collecting emergency spills of cryogenic liquids, namely the volume capacity of the pool and the minimum permissible fire distance from the process equipment, where the pool should be located, has been developed. The developed approach after appropriate verification and validation is expedient to apply in practice when designing the system of emergency cryogenic spills collection.

Key words: cryogenic liquids, liquefied natural gas, storage pool, emergency spills, fire.

Аварии, связанные с использованием сжиженного природного газа (далее — СПГ), могут привести как к большому материальному ущербу, так и к человеческим жертвам. Аварийные ситуации, рассмотренные в издании [1], показывают какой разрушительной силой может обладать авария с СПГ, но при этом представляют собой далеко не полный перечень всех аварий и возможных

© Мордвинова А. В., Некрасов В. П., Воронина Е. А., Мирошниченко С. А., 2024

катастрофических последствий, связанных с проливами и утечками криогенных топлив и сжиженных газов.

По мнению многих специалистов в области пожарной безопасности, одной из основных мер по снижению рисков, направленных на обеспечение контроля и локализацию потенциальных проливов криогенных или летучих жидких сред, а также на ограничение опасных факторов возможного пожара, обусловленных воспламенением или присутствием паров таких сред, является установка специальных бассейнов-накопителей для сбора аварийных проливов.

Необходимость организации сбора аварийного пролива СПГ путем устройства специального бассейна-накопителя предусмотрена нормативными документами по пожарной безопасности [2, 3]. Однако методики расчета основных параметров системы сбора аварийных проливов, а именно объёмной вместимости бассейна-накопителя и места его размещения относительно окружающих объектов в настоящее время в нормативных документах не содержится.

В связи с этим в настоящей работе разработан подход к оценке вместимости бассейнов-накопителей для сбора аварийных проливов криогенных жидкостей, который более детально рассмотрен ниже.

Объектом рассмотрения выступает бункерный причал СПГ, под которым понимается совокупность гидротехнических сооружений, перегрузочного оборудования, транспортных и инженерных коммуникаций, необходимых для швартовки, погрузки и комплексного обслуживания судов — бункеровщиков СПГ, а также бункеровки судов, использующих в качестве топлива СПГ [3].

В качестве аварийной ситуации выбран сценарий, при котором в результате нарушения целостности корпуса полуизотермического резервуара для хранения СПГ происходит пролив его содержимого и образуется опасная зона пролива. В случае воспламенения в данной зоне образуется пожар пролива, опасные факторы которого могут привести к эскалации аварии. С целью предотвращения такого развития аварии предусматривается система сбора аварийных проливов СПГ, состоящая из отводного канала (открытого дренажного лотка) и бассейна-накопителя, в котором собирается аварийный пролив. Это позволяет контролируемо отвести пролитый продукт в безопасное место, где организовать или контролируемое выгорание, или безопасное рассеивание образовавшихся паров. Таким образом, вместимость бассейна и место его расположения относительно других объектов играет существенную роль в обеспечении безопасности.

Предлагаемый подход к оценке основных параметров бассейна-накопителя включает в себя 3 этапа.

На 1 этапе анализируется пожарная опасность технологического процесса, анализ оборудования и трубопроводов, которые располагаются на территории рассматриваемого объекта. А также определяется максимальная проектная авария, которая связанна с утечкой жидкой фазы из оборудования, расположенного на рассматриваемой площадке.

На 2 этапе определяется максимальная объемная вместимость бассейна-накопителя. На данном этапе расчета при определении геометрических параметров бассейна-накопителя с определённым запасом его объём принимается равным объему наибольшего технологического аппарата или емкости (в нашем случае резервуара) с СПГ, исходя из максимальной проектной аварии.

Далее по Методике [4] рассчитывается безопасное расстояние от рассматриваемого оборудования до бассейна-накопителя, исходя из допустимой величины интенсивности теплового излучения при пожаре пролива в бассейне-накопителе. Т.е. оценивается пожарная опасность самого бассейна-накопителя. Соответственно при определении длины дренажного канала (отводного лотка) принимается, что эта длина равна рассчитанному минимальному противопожарному расстоянию. Данный параметр будет использован в дальнейших расчетах при определении доли СПГ, испарившегося при движении криогенной жидкости по дренажному каналу.

Следует отметить, что ввиду высокой массовой скорости испарения СПГ проектировать бассейны-накопители вместимостью, равной вместимости рассматриваемого оборудования (резервуара), нецелесообразно, так как в бассейн-накопитель попадет только лишь какая-то часть пролитого продукта, остальное испарится при движении по каналу.

Поэтому при расчете вместимости бассейна-накопителя необходимо учитывать такие параметры, как:

1) доля мгновенно испарившегося СПГ из оборудования (полуизотермического резервуара), в котором криогенная жидкость находится под давлением;

2) доля СПГ, испарившегося за период истечения из технологического оборудования;

3) доля СПГ, испарившегося при движении по дренажному каналу.

Анализ научных трудов [5-7], в которых проводились исследования испарения сжиженных газов, показал, что одним из основных параметров, влияющих намассовую скорость испарения m (кг/(м^2·с)) является время пролива СПГ на подстилающую поверхность τ (с) т. е. время контакта СПГ с поверхностью. Поэтому данный этап предлагается разделить на 4 стадии, а именно:

- в начальный момент времени (1 стадия), когда разница температур между бетонной поверхностью и СПГ достигает $\Delta T = 181$ °С, массовую скорость испарения определяется как:

$$m(0) = \alpha \cdot (T_0 - T_{\text{кип}})/L_{\text{исп}} \approx \alpha \cdot \Delta T/L_{\text{исп}} \quad (1)$$

где α=300 Вт/(м^2·К) для метана, который является основным компонентом сжиженного природного газа; $L_{\text{исп}}$ – удельная теплота испарения метана, Дж/кг;

- на 2 стадии пролива СПГ продолжительностью ($0<\tau<100$ с) массовую скорость испарения определяется как:

$$m(\tau) = m(100) \cdot \left\{1 + \left[\frac{m(0)}{m(100)} - 1\right] \cdot \left[1 - \left(\frac{\tau}{100}\right)^{0,198}\right]\right\} \quad (2)$$

где $m(0)$ и $m(100)$ – значения массовых скоростей испарения в начальный момент времени и при 100 с;

- на 3 стадии пролива СПГ продолжительностью ($100<\tau<600$ с) массовую скорость испарения определяется по формуле:

$$m(\tau) = (\lambda \cdot c \cdot \rho)^{0,5} \cdot \Delta T / (L_{исп} \cdot (\pi \cdot \tau)^{0,5}) \quad (3)$$

где λ, c, ρ, теплофизические константы бетона – теплопроводность, Вт/м·К, теплоемкость, Дж/кг·К и плотность бетона кг/м^3; τ– время контакта СПГ с подстилающей поверхностью, с; ΔT– разность температур поверхности и пролитым СПГ;

- на 4 стадии пролива СПГ (при $\tau \geq 600$ с) массовая скорость испарения мало зависит от параметров подстилающей поверхности и определяется в основном конвективной составляющей, которая определяется соотношением:

$$m_k = 0,035 w^{0,8} \cdot \lambda_в \cdot \Delta T / (L^{0,2} \cdot \nu^{0,8} \cdot L_{исп}) \quad (4)$$

где L – диаметр пролива, м; ν – кинетическая вязкость воздуха, м^2/с; w – скорость ветра, м/с; $\lambda_в$ – теплопроводность воздуха, Вт/м·К; ΔT – разность температур поверхности и пролитым СПГ, К.

После определения доли испарившего СПГ можно уточнить объемную вместимость бассейна-накопителя с учетом коэффициента запаса, который принимается равным 1,2.

На 3 этапе оценки повторно определяется (уточняется) безопасное расстояния от бассейна-накопителя до объектов бункерного причала, исходя из безопасной плотности потока теплового излучения при пожаре пролитого в бассейн-накопитель продукта.

Разработанный подход к оценке основных параметровбассейнов-накопителей для сбора аварийных проливов криогенных жидкостей может быть представлен схематически, как показано на рисунке.

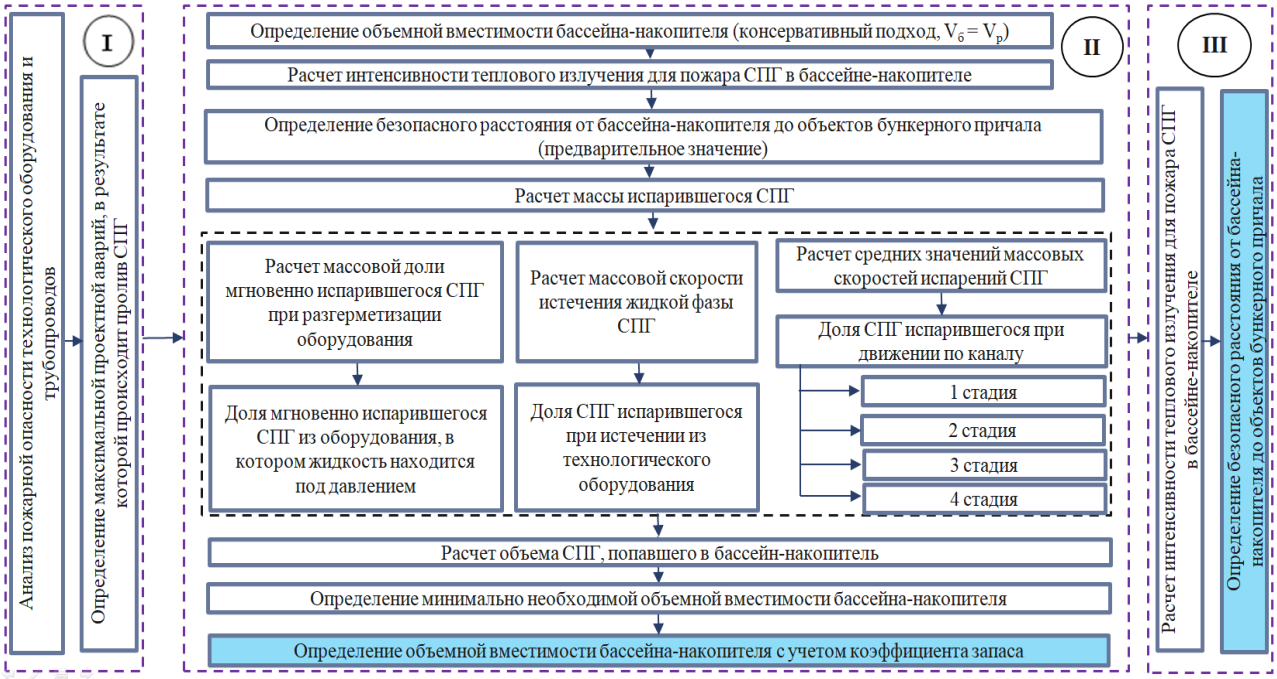


Рисунок. Упрощённая схема определения основных параметров системы сбора аварийных проливов

Таким образом, в настоящей работе разработан подход к оценке вместимости бассейнов-накопителей для сбора аварийных проливов криогенных жидкостей, упрощенную модель оценки после соответствующей верификации и валидации целесообразно применять на практике при проектировании системы сбора аварийных криогенных проливов, что позволит в случае такой необходимости более эффективно выбирать параметры системы с точки зрения экономических затрат при условии обеспечения безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маршалл В. Основные опасности химических производств / Маршалл В. // М.: Мир, 1989. – 673 с.

2. СП 240.1311500.2015 «Хранилища сжиженного природного газа. Требования пожарной безопасности».

3. СП 528.1311500.2023 «Бункеровка водного транспорта сжиженным природным газом. Бункерные причалы. Требования пожарной безопасности».

4. Приказ МЧС России от 10.07.2009 № 404 «Об утверждении методики определения расчётных величин пожарного риска на производственных объектах».

5. Пожаровзрывоопасность сжиженных и газообразных горючих: Сб. науч. тр. - М.: ВНИИПО, 1990. -82 с.

6. Puttock I.S. A model for gravits-dominated dispersion of dense clouds. Stable stratified flow and dense gas dispersion. -Oxford, Clarendon, 1988.

7. Пожаровзрывобезопасность объектов хранения сжиженного природного газа. Процессы испарения и формирования пожаровзрывоопасных облаков при проливе жидкого метана. Методики оценки параметров / И.А. Болодьян [и др.] // Пожарная безопасность. 2000. № 4. С. 108–121.

УДК 614.84

А. М. Мочалов, Н. А. Таратанов, Е. В. Карасев
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОБОСНОВАНИЕ УВЕЛИЧЕНИЯ РАЗМЕРА КРУПНОГО МАТЕРИАЛЬНОГО УЩЕРБА ПО ДЕЛАМ О ПОЖАРАХ

В данной статье осуществлено обоснование увеличения размера крупного материального ущерба по делам о пожарах. Проведенные исследования доказывают необходимость внесения изменений в Уголовный кодекс Российской Федерации в части изменения размера крупного ущерба, необходимого для квалификации преступления по статье 168 УК РФ, а минимальное значение суммы причиненного ущерба поднять до 500 000 рублей.

Ключевые слова: экспертиза, расследование пожаров, ущерб от пожара.

A. M. Mochalov, N. A. Taratanov E. V. Karasev

FIRE HAZARD ASSESSMENT OF LED CEILING LIGHTS

In this article, an assessment of the fire hazard of ceiling LED lamps is carried out. During the study, the main problem of lamps was identified – this is the degradation and burnout of LEDs, while due to their power supply scheme, after burning out one diode, the load on the others increases, and they burn out faster, they can short-circuit to the substrate and the lamp body, followed by ignition of the diffuser.

Keywords: ertise, expert analysis, LED lamp.

С учетом прошедших сокращений численности сотрудников федерального государственного пожарного надзора и увеличения территорий обслуживания нагрузка на дознавателей возросла, что, в свою очередь, повлияло на качество и время расследования пожаров. Для обеспечения эффективной деятельности дознавателя необходимо внести изменения в ряд норм уголовного законодательства. На сегодняшний день необходимость изменения ряда норм уголовного законодательства является актуальной проблемой. Это связано с тем, что в течении довольно длительного времени положения Уголовного кодекса РФ, оставаясь статичными, не соответствовали

© Мочалов А. М., Таратанов Н. А., Карасев Е. В., 2024

в полной мере социально-экономическим трансформациям в жизни российского общества.

Целью работы является обоснование увеличения размера крупного материального ущерба по делам о пожарах.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Провести аналитический обзор по теме исследования.
2. Осуществить изучение организации дознания по делам о пожарах.
3. Провести исследование уголовно-правовой характеристики и квалификации преступлений по пожарам.
4. Провести анализ показателей инфляции Российской Федерации за 2019–2023 год.
5. Определить необходимость пересмотра понятий «крупный ущерб», «особо крупный ущерб» в уголовном законодательстве Российской Федерации.
6. Подготовить предложения изменения крупного материального ущерба по делам о пожарах.

Анализируя деятельность дознавателей органов ГПН ФПС МЧС РФ, в системе МЧС России - почти 3 тысячи дознавателей.

За 2023 год дознаватели МЧС России возбудили около тысячи уголовных дел по факту пожаров. Сегодня дознаватели органов государственного пожарного надзора федеральной противопожарной службы МЧС РФ празднуют 96 лет службы. И только за прошлый год ими рассмотрены свыше 667 тысяч сообщений о происшествиях. Из них в 136 тысячах случаев усматривались признаки преступлений, связанных с пожарами. В 2023 году создали органы дознания МЧС России в Главных управлениях по Донецкой и Луганской Народным Республикам, Запорожской и Херсонской областям. За год работы дознаватели там рассмотрели суммарно около 5 тысяч сообщений о происшествиях.

В связи с загруженностью дознавателей предлагается наделить инспекторов правами, предусмотренными ст. 144 Уголовно-процессуального кодекса Российской Федерации, без возможности принятия решения по итогам проверки сообщения о возгорании в порядке, предусмотренном ст. 145 УПК РФ.

При этом качество выполняемых функций не пострадает, так как у инспекторов, как правило, либо юридическое, либо соответствующее техническое образование, в связи с чем осмотр места происшествия и изъятие оттуда соответствующих материалов не могут создавать каких-либо затруднений для инспекторского состава.

Показатели инфляции в Российской Федерации представлены на рис. 1.

Рис. 1. Официальная инфляция в России по годам

Так Росстат и Банк России рассчитывают показатель инфляции на основании стоимости 500 различных товаров и услуг, входящих в обычную потребительскую корзину. Они берут цены на определенные позиции за этот и предыдущий годы и сравнивают их между собой. К сожалению, результаты этих расчетов не соотносятся с действительностью (рис. 2). Как видно из статистики инфляция постоянно растет.

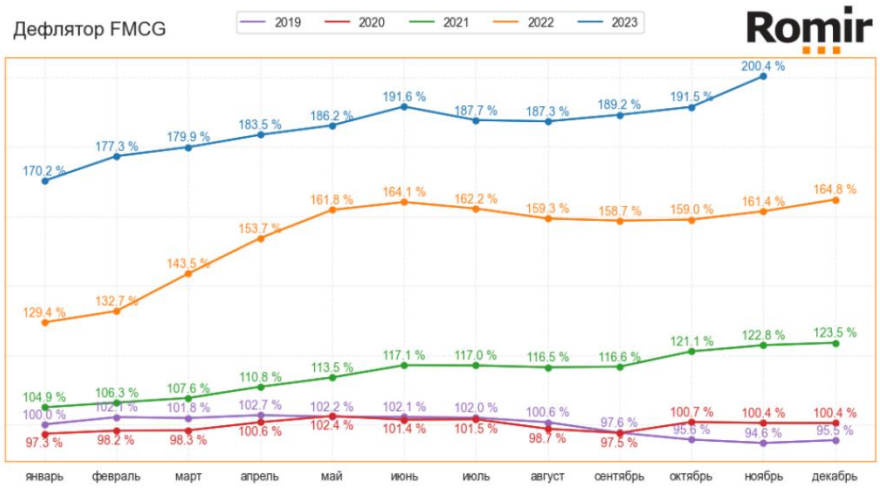


Рис. 2. Реальный рост цен с января по декабрь с 2019 по 2023 годы

В соответствии с Федеральным законом от 06.04.2024 № 79-ФЗ «О внесении изменений в Уголовный кодекс Российской Федерации и Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации», повышаются суммы крупного или особо крупного ущерба для квалификации некоторых экономических преступлений. Более подробно с изменениями можно ознакомиться в таблице.

Таблица. **Изменение суммы крупного и особо крупного ущерба по экономическим преступлениям**

Преступление	**Значительный ущерб**	**Крупный ущерб**	**Особо крупный ущерб**
Мошенничество как преднамеренное неисполнение договорных обязательств, если стороны сделки — организации или ИП	было 10 тыс. руб. стало 250 тыс. руб.	было - 3,5 млн руб.; стало - 4,5 млн руб.	было - 12 млн руб.; стало - 18 млн руб.
Незаконное использование товарного знака и других средств индивидуализации		было - 250 000 руб.; стало - 400 000 руб.	
Уклонение от уплаты таможенных пошлин		было - 2 млн руб.; стало - 3 млн руб.	было - 6 млн руб.; стало - 9 млн руб.
Уклонение компании от уплаты налогов, сборов и взносов		было - 15 млн руб.; стало - 18,75 млн руб.	было - 45 млн руб.; стало - 56,25 млн руб.
Неисполнение обязанностей налогового агента		было - 15 млн руб.; стало - 18,75 млн руб.	было - 45 млн руб.; стало - 56,25 млн руб.
Уклонение ИП от уплаты взносов на травматизм за работников по трудовым договорам		было - 1,8 млн руб.; стало - 2,25 млн руб.	Было - 9 млн руб.; стало - 11,25 млн руб.
Уклонение компании от уплаты взносов на травматизм за работников по трудовым договорам		было - 6 млн рублей; стало - 7 млн рублей	было - 30 млн руб.; стало - 37,5 млн руб.

Так, например, уклонение организации от уплаты налогов и взносов или от исполнения обязанности налогового агента повлечет уголовное преследование при недоимке от 18,75 млн рублей, а раньше — от 15 млн рублей.

Материальный ущерб по делам о пожарах устанавливается на основании ряда критериев:

• Повреждения и утраты имущества: оценивается ущерб, нанесенный имуществу в результате пожара. Это включает в себя утрату или повреждение зданий, автомобилей, мебели, электроники и другого имущества.

• Расходы на восстановление: включаются все расходы, связанные с восстановлением или заменой утраченного, или поврежденного имущества.

• Потери дохода: если пожар привел к перерыву в деятельности предприятия или потере доходов.

По подведомственности к органам государственного пожарного надзора относится статья 168 главы 21 УК РФ.

На сегодняшний день значительный ущерб не может составлять менее 5000 рублей, а крупный ущерб в размере 250 000 (двухсот пятидесяти тысяч) рублей.

Хотя размер крупного материального ущерба установлен с 11 декабря 2003 года, составлял стоимость имущества в пятьсот раз превышающий размер оплаты труда (далее – МРОТ), что равнялось 300 000 (трёмстам тысячам) рублей (МРОТ составлял 600 рублей в месяц).

МРОТ в Российской Федерации установлен федеральным законом от 19 июня 2000 года № 82-ФЗ «О минимальном размере оплаты труда».

С 01 октября 2003 года МРОТ составлял сумму равную 600 рублей.

С 1 января 2023 года МРОТ составлял 16 242 (шестнадцать тысяч двести сорок два) рубля.

С 1 января 2024 года МРОТ составляет сумму равную 19 242 (девятнадцать тысяч двести сорок два) рубля.

Исходя из изменений, вносимых в Федеральный закон в период с 2003 года по 2023 год сумма МРОТ увеличилась в 27,07 раза, в период с 2003 года по 2024 год сумма МРОТ увеличилась в 32,07 раза.

Поэтому в ходе выполнения исследования были сформированы следующие предложения по внесению изменений в Уголовный кодекс Российской Федерации в части изменения размера крупного ущерба, необходимого для квалификации преступления по статье 168 УК РФ.

Считаем целесообразным увеличение размера крупного ущерба путем повышения минимального значения суммы причиненного ущерба до 500 000 рублей.

Однако, подготовка законодательной инициативы по внесению изменений в пункт 4 примечания к статье 158 УК РФ может привести к смягчению уголовной ответственности по ряду составов преступлений, предусмотренных статьями 160 – 163 и 165 УК РФ, что вызовет возможные отрицательные последствия для судебно-следственной практики, поскольку может повлиять на вид и срок наказания, возможность применения амнистии.

Предлагаем следующую редакцию пункта 4 примечания к статье 158 УК РФ: «Крупным размером в статьях настоящей главы, за исключением части второй статьи 158, частей шестой и седьмой статьи 159, статей 159.1 и 159.5, части третьей статьи 160, части второй статьи 161, части третьей статьи 162, части второй статьи 163 и 165, признается стоимость имущества, превышающая пятьсот тысяч рублей, а особо крупным – один миллион пятьсот тысяч рублей».

Таким образом в ходе выполнения работы подробно изучена необходимость пересмотра понятий «крупный ущерб», «особо крупный ущерб» в уголовном законодательстве Российской Федерации.

Проведенные исследования доказывают необходимость внесения изменений в Уголовный кодекс Российской Федерации в части изменения размера крупного ущерба, необходимого для квалификации преступления по статье 168 УК РФ, а минимальное значение суммы причиненного ущерба поднять до 500 000 рублей.

Полученные результаты, ранее не описаны в литературе и представляют практический интерес для сотрудников органов государственного пожарного надзора, осуществляющих деятельность в области дознания по делам о пожарах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Таратанов Н.А., Карасев ЕВ., Таратанова А.В. Основы пожарно-технической экспертизы // Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса «Государственный надзор» за 2022 год: Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса, Иваново, 01 января – 31 декабря 2022 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 136-140. – EDN FEVGMC.

2. Карасев Е.В., Таратанов Н.А., Бирюкова И.А. Оценка эффективности деятельности сотрудников и работников судебно-экспертного учреждения / Е.В. Карасев // Современные проблемы гражданской защиты. – 2020. – № 1(34). – С. 84-93. – EDN ZFVHQT.

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 EOQOHU.

УДК 614.841.31

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

ВЫБОР ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ, СВЯЗАННЫХ С ПРАВОНАРУШЕНИЯМИ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, ПРОВОДИМЫХ В ОТНОШЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ И КАТЕГОРИЙ НАСЕЛЕНИЯ

В статье представлена анкета для опроса экспертов о видах профилактических мероприятий и их продолжительности в отношении различных категорий граждан и организаций. Путем вычисления коэффициента конкордации определено в

© Мочалова Т. А., Сторонкина О. Е., 2024

отношении каких категорий граждан и организаций следует предпочтительнее проводить то или иное профилактическое мероприятие.

Ключевые слова: государственный пожарный надзор, профилактика правонарушений, пожарная безопасность, профилактические мероприятия, метод экспертных оценок.

T. A. Mochalova, O. E. Storonkina

SELECTION OF PREVENTIVE MEASURES RELATED TO FIRE SAFETY OFFENCES, CONDUCTED IN RELATION TO VARIOUS ORGANIZATIONS AND CATEGORIES OF THE POPULATION

The article presents a questionnaire for interviewing experts on the types of preventive measures and their duration in relation to various categories of citizens and organizations. By calculating the coefficient of concordance, it is determined in relation to which categories of citizens and organizations it is preferable to conduct one or another preventive measure.

Key words: state fire supervision, crime prevention, fire safety, preventive measures, expert assessment method.

Проведение профилактических мероприятий в отношении хозяйствующих субъектов, чья деятельность поднадзорна компетентным, в данной области, органам, является неотъемлемой частью комплексной работы по снижению рисков, связанных с пожарами [1–2].

Действующим законодательством Российской Федерации предусмотрены семь видов профилактических мероприятий, из которых только пять мероприятий (консультирование, профилактический визит, информирование, обобщение правоприменительной практики, объявление предостережения) относятся к подведомственности органов государственного пожарного надзора (далее — ГПН).

Выбор вида профилактического мероприятия, которое следует провести в отношении различных организаций и категорий граждан, не регулируется законодательно и осуществляется лицом, проводящим профилактические мероприятия, самостоятельно.

Для разработки предложений по осуществлению профилактических мероприятий в области пожарной безопасности может быть использован метод «Экспертных оценок» [3–4].

С целью выяснения, какое именно профилактическое мероприятия следует проводить в отношении той или иной категории граждан и организации, а также длительность проведения профилактических мероприятий в отношении тех или иных категорий граждан, нами была разработана анкета (табл.) и проведено анкетирование восьми экспертов в данной области.

Таблица. **Анкета, применяемая в исследовании**

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа		Ответы
1.	Какой вид профилактических мероприятий необходимо проводить в первую очередь с организациями (ИП, ООО, ОМС и др.)?	1.	Информирование	
		2.	Консультирование	
		3.	Профилактический визит	
		4.	Объявление предостережения	
2.	Какой вид профилактических мероприятий следует проводить в первую очередь с маломобильными группами населения?	1.	Информирование	
		2.	Консультирование	
		3.	Профилактический визит	
		4.	Объявление предостережения	
3.	Какой вид профилактических мероприятий следует проводить в первую очередь с гражданами пенсионного и предпенсионного возраста?	1.	Информирование	
		2.	Консультирование	
		3.	Профилактический визит	
		4.	Объявление предостережения	
4.	Какой вид профилактических мероприятий следует проводить в первую очередь с многодетными семьями?	1.	Информирование	
		2.	Консультирование	
		3.	Профилактический визит	
		4.	Объявление предостережения	
5.	Какой вид профилактических мероприятий следует проводить в первую очередь с асоциальными группами населения?	1.	Информирование	
		2.	Консультирование	
		3.	Профилактический визит	
		4.	Объявление предостережения	
6.	Какая, по Вашему мнению, должна быть продолжительность проведения профилактического мероприятия с организациями (ИП, ООО, ОМС и др.) по времени?	1.	15 мин.	
		2.	30 мин.	
		3.	60 мин.	
		4.	90 мин.	
7.	Какая, по Вашему мнению, должна быть продолжительность проведения профилактического мероприятия с маломобильными группами населения, гражданами пенсионного и предпенсионного возраста, многодетными семьями, с асоциальными группами населения?	1.	15 мин.	
		2.	30 мин.	
		3.	60 мин.	
		4.	90 мин.	
8.	Какими, по Вашему мнению, должны быть меры стимулирования добросовестности к следующей категории граждан: 1) многодетные семьи, гражданами пенсионного и предпенсионного возраста?	1.	Материальные	
		2.	Нематериальные	
		3.	Не принимать меры стимулирования	
		4.	Материальные и нематериальные	

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа		Ответы
9.	Какими, по Вашему мнению, должны быть меры стимулирования добросовестности к асоциальным группам населения? Объявление предостережения	1.	Материальные	
		2.	Нематериальные	
		3.	Не принимать меры стимулирования	
		4.	Материальные и нематериальные	
10.	Какая категория контролируемых лиц, по Вашему мнению, может применить самообследование?	1.	Организации	
		2.	Граждане	
		3.	Никто	
		4.	Организации и граждане	

На основании результатов вычисления коэффициента конкордации и оценки его значимости по критерию согласования Пирсона, нами был сделан вывод, что экспертами принято следующее:

- профилактические мероприятия в отношении организаций (ООО, ОМС, ИП и др.) следует проводить в форме профилактического визита;
- в отношении граждан предпенсионного возраста, маломобильных групп населения стоит применять консультирование;
- информирование стоит применять в отношении многодетных семей и асоциальных групп населения;
- по мнению экспертов, минимальная продолжительность проведения профилактического мероприятия в отношении организаций (ООО, ОМС, ИП и др.), а также в отношении маломобильных групп населения, граждан предпенсионного и пенсионного возраста, многодетных семей и асоциальных групп населения должна ограничиваться 30 минутами;
- в отношении многодетных семей, а также граждан пенсионного и предпенсионного возраста, по мнению экспертов, следует применять материальные и нематериальные меры стимулирования;
- к асоциальным группам населения, по мнению экспертов, не следует применять меры стимулирования;
- по мнению экспертов, осуществление такого профилактического мероприятия, как сомообследование возможно применить к организациям и гражданам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мочалова Т.А. О проблеме создания модели формирования программ профилактики пожаров / Т.А. Мочалова, Н.В. Миронова // Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности: Сборник материалов XII Всероссийской научно-практической конференции, Железногорск, 26 мая 2023 года. – Железногорск: ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия» ГПС МЧС России, 2023. – С. 146-147. – EDN IIUWYC.

2. Мочалова Т.А. Профилактика правонарушений связанных с пожарами / Т.А. Мочалова, Н.В. Миронова // Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности: Сборник материалов XII Всероссийской научно-практической конференции, Железногорск, 26 мая 2023 года. – Железногорск: ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия» ГПС МЧС России, 2023. – С. 152-154. – EDN SWMVDZ.

3. Сторонкина О.Е. Методологические основы категорирования объектов надзора в целях организации надзорно-профилактической деятельности / О.Е. Сторонкина, Т.А. Мочалова, А. А. Лазарев // Современные проблемы гражданской защиты. – 2024. – № 1(50). – С. 99-106. – EDN RMQREP.

4. Лазарев А.А. Ведомственный контроль как средство предупреждения пожаров в садоводческом некоммерческом товариществе Черекского района Кабардино-Балкарской Республики / А.А. Лазарев, А.Х. Казаков, О.Е. Сторонкина, А.М. Мочалов // Современные проблемы гражданской защиты. – 2023. – № 1(46). – С. 103-110. – EDN FBSUPM.

5. Сатин А. П. Некоторые особенности устойчивого функционирования подразделения надзорной деятельности / А.П. Сатин, К.Г. Бурлаченко, С.В. Репин // Технологии техносферной безопасности. – 2021. – № 3(93). – С. 42-60. – DOI 10.25257/TTS.2021.3.93.42-60. – EDN OVOPHC.

УДК 614.841

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

ЗАВИСИМОСТЬ ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТИ СИНТЕТИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ ОТ ИХ СОСТАВА И ПОВЕРХНОСТНОЙ ПЛОТНОСТИ

В статье приводятся результаты исследований различных по составу и поверхностной плотности синтетических тканей на воспламеняемость. Показано, что время самостоятельного горения после удаления принудительного источника зажигания гораздо больше у тканей, имеющих более высокую поверхностную плотность. Указанные ткани имеют более длительное время предварительного теплового воздействия до момента возгорания.

Ключевые слова: текстильные материалы, воспламеняемость, пожарная опасность, пожарно-техническая экспертиза.

T. A. Mochalova, O. E. Storonkina, S. A. Shabunin

DEPENDENCE OF FLAMMABILITY OF SYNTHETIC FABRICS ON THEIR COMPOSITION AND SURFACE DENSITY

© Мочалова Т. А., Сторонкина О. Е., Шабунин С. А., 2024

The article presents the results of studies of synthetic fabrics of different composition and surface density for flammability. It is shown that the time of independent combustion after removal of the forced ignition source is much longer for fabrics with a higher surface density. The specified fabrics have a longer time of preliminary thermal action before ignition.

Key words: textile materials, flammability, fire hazard, fire-technical expertise.

При проведении судебной пожарно-технической экспертизы перед экспертами часто ставятся вопросы не только о технической причине пожара, но и о том, как пожар развивался, с какой скоростью распространялся. Для определения скорости развития пожара в помещениях необходимо знать пожароопасные свойства веществ и материалов, в частности воспламеняемость [1–2]. Знание этих параметров позволит экспертам осуществлять качественный анализ вещественных доказательств, оценивать их способность к возгоранию и распространению горения [3–4].

Среди материалов, находящихся как в помещениях, предназначенных для постоянного проживания и размещения людей, так и в помещениях различных предприятий и организаций коммерческого, либо производственного профиля, значительную долю занимает разнообразный текстиль. При этом, несомненным является то, что чем больше общий вес текстильных материалов в интерьере помещений, тем выше возрастает их пожарная опасность. Обилие текстиля внутри помещений способствует быстрому распространению пожара. Содержание в современных тканях разнообразных полимерных и синтетических веществ обуславливает ее опасность для жизни человека в результате выделения токсичных веществ при горении [5–6].

Целью работы являлось изучение способности исследуемых текстильных материалов сопротивляться воспламенению, устойчивому горению и установление зависимости воспламеняемости от состава и плотности тканей.

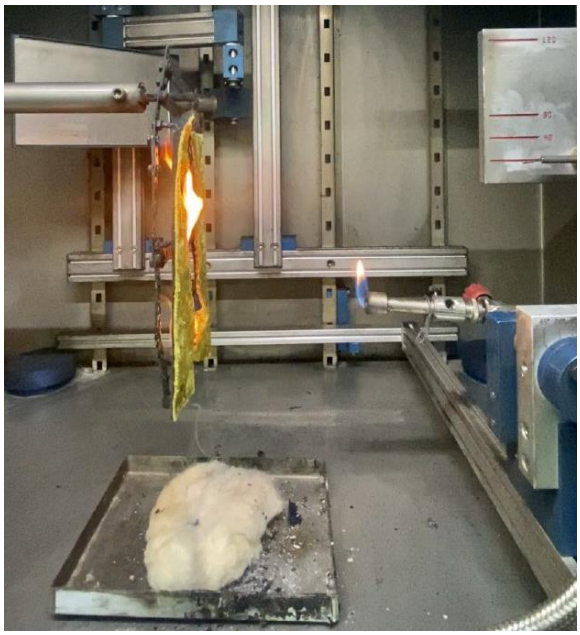
В качестве объектов исследования использовались 6 видов синтетических тканей, различающихся по составу и поверхностной плотности (табл. 1).

Таблица 1. **Исследуемые образцы**

№	Вид ткани	Состав	Плотность, г/м^2
1.	Vicont	Верх – полиэстер 100 %; основа – полиэстер 100 %	500
2.	Versal	Верх – полиэстер 100 %; основа – полиэстер 100 %	430
3.	Siena	Верх – полиэстер 100 %; основа – полиэстер 100 %	320
4.	Levis	полиэстер 100 %	280
5.	Николь	полиэстер – 68 %, вискоза – 30 %, эластан – 2 %.	264
6.	Катрин	Верх – полиуретан 100 %; основа – полиэстер 100 %;	390

Исследование на воспламеняемость проводили на установке Flame Resistance в соответствии с ГОСТ Р 50810-95 [7].

На рис. 1 показан процесс испытаний образцов тканей на воспламеняемость.



а

б

Рис. 1. Образец ткани «Николь» в установке Flame Resistance
а — воспламенение образца,
б — возгорание ваты, расположенной под образцом ткани «Николь»

Результаты испытаний образцов представлены в табл. 2–7. Результаты размещены в порядке увеличения поверхностной плотности исследуемых тканей.

Таблица 2. **Экспериментальные данные испытаний ткани «Николь»**

Регистрируемые параметры	**Номер образца**			
	1	**2**	**3**	**4**
Время зажигания с поверхности, с	4	4	4	4
Время самостоятельного горения, с	90	64	78	83
Прогорание до кромки, с	+	+	+	+
Воспламенение хлопчатобумажной ваты	+	+	+	+
Длина обугленного участка, мм	160	180	181	176
Поверхностная вспышка	-	-	-	-

Примечание: наблюдается почти полное уничтожение образца.

Таблица 3. **Экспериментальные данные испытаний ткани «LEVIS»**

Регистрируемые параметры	**Номер образца**			
	1	**2**	**3**	**4**
Время зажигания с поверхности, с	4	4	4	4
Время самостоятельного горения, с	100	77	98	79
Прогорание до кромки, с	+	+	+	+
Воспламенение хлопчатобумажной ваты	+	+	+	+
Длина обугленного участка, мм	150	125	148	137
Поверхностная вспышка	-	-	-	-

Таблица 4. **Экспериментальные данные испытаний ткани «Siena»**

Регистрируемые параметры	**Номер образца**			
	1	**2**	**3**	**4**
Время зажигания с поверхности, с	4	4	4	4
Время самостоятельного горения, с	90	91	87	89
Прогорание до кромки, с	+	+	+	+
Воспламенение хлопчатобумажной ваты	+	+	+	+
Длина обугленного участка, мм	190	195	193	191
Поверхностная вспышка	-	-	-	-

Примечание: зафиксировано интенсивное пламенное горение, образование дыма.

Таблица 5. **Экспериментальные данные испытаний ткани «Катрин»**

Регистрируемые параметры	**Номер образца**			
	1	**2**	**3**	**4**
Время зажигания с поверхности, с	15	4	15	15
Время самостоятельного горения, с	200	-	160	157
Прогорание до кромки, с	+	-	+	+
Воспламенение хлопчатобумажной ваты	+	-	-	+
Длина обугленного участка, мм	200	-	200	197
Поверхностная вспышка	-	-	-	-

Примечание: наблюдается активное дымообразование, почти полное уничтожение образца.

Таблица 6. **Экспериментальные данные испытаний ткани «VERSAL»**

Регистрируемые параметры	**Номер образца**			
	1	**2**	**3**	**4**
Время зажигания с поверхности, с	4	15	15	4
Время самостоятельного горения, с	-	122	94	113
Прогорание до кромки, с	-	+	+	+
Воспламенение хлопчатобумажной ваты	-	+	+	+
Длина обугленного участка, мм	-	200	195	198
Поверхностная вспышка	-	-	-	-

Таблица 7. **Экспериментальные данные испытаний ткани «Vicont»**

Регистрируемые параметры	Номер образца			
	1	2	3	4
Время зажигания с поверхности, с	4	15	15	15
Время самостоятельного горения, с	-	105	-	143
Прогорание до кромки, с	-	+	-	+
Воспламенение хлопчатобумажной ваты	-	+	-	+
Длина обугленного участка, мм	30	170	45	190
Поверхностная вспышка	-	-	-	-

Примечание: наблюдается интенсивное пламенное горение образца.

Согласно полученным данным и в соответствие с п.п. 7.1–7.2 ГОСТ Р 50810-95 [7] все образцы тканей классифицируется как легковоспламеняемые, так как при испытаниях выполняются следующие условия:

– происходит загорание хлопчатобумажной ваты под всеми испытанными образцами;

– средняя длина обугливающегося участка составляет более 150 мм.

В результате проведенных испытаний установлено, что воспламенение всех исследуемых образцов с поверхности не вызывало затруднений, все образцы поддерживали самостоятельное горение.

Также, в ходе интерпретации полученных данных, была выявлена следующая закономерность:

– время самостоятельного горения после удаления принудительного источника зажигания гораздо больше у тканей, имеющих более высокие показатели поверхностной плотности («VERSAL», «Vicont», «Катрин»);

– указанные ткани требовали более продолжительного времени предварительного теплового воздействия для инициирования горения (~15 с) в сравнении с тканями «Николь», «Siena», «Levis» (~4 с), имеющими более низкую поверхностную плотность;

– ткани с меньшей поверхностной плотностью более подвержены полному уничтожению вследствие термического воздействия.

Таким образом, плотность ткани во многом определяет ее поведение в условиях пожара – чем ниже значение данного показателя, тем большей пожарной опасностью будет обладать текстильная продукция.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 N 123-ФЗ (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс] // Консультант Плюс.

2. Осмоловская А. А. Обзор методов экспертного исследования обгоревших текстильных материалов / А.А. Осмоловская, О.Е. Сторонкина, Т.А. Мочалова // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: сборник материалов VI

Международной научно-практической конференции, Иваново, 19 октября 2023 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 304-306. – EDN EGGSIX.

3. Сторонкина О.Е. Исследование показателей пожарной опасности текстильных материалов в целях судебной пожарно-технической экспертизы / О.Е. Сторонкина, Т.А. Мочалова, Д.В. Калашников // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2021. – № 4(68). – С. 80-85. – DOI 10.6060/snt.20216804.00012. – EDN NZHRYB.

4. Сторонкина О. Е. Оценка пожарной опасности текстильных материалов различного волокнистого состава / О. Е. Сторонкина, Т. А. Мочалова // Трибология и проблемы МЧС России: Сборник материалов международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию образования гражданской обороны, Иваново, 20–21 октября 2022 года. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС России, 2022. – С. 175-179. – EDN NGKVJK.

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.

6. Сторонкина О.Е. Возможности термического анализа в экспертных исследованиях текстильных материалов по делам о пожарах / О.Е. Сторонкина, Т.А. Мочалова // Актуальные проблемы и инновации в обеспечении безопасности: сборник материалов Дней науки с международным участием, посвященных 90-летию Гражданской обороны России. В 2-х частях, Екатеринбург, 26–28 октября 2022 года. Том Часть 1. – Екатеринбург: Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России, 2022. – С. 163-166. – EDN ZLRVYW.

7. ГОСТ Р 50810-95. Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. Метод испытания на воспламеняемость и классификация.

УДК 614.841.31

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

К ВОПРОСУ О НАЗНАЧЕНИИ ШТРАФОВ ЗА НАРУШЕНИЕ ПРАВИЛ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ОБСТОЯТЕЛЬСТВАХ

В статье представлена анкета назначения штрафов по разным частям и статьям Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях за нарушение требований пожарной безопасности при различных обстоятельствах. Путем вычисления коэффициента конкордации определено в отношении каких лиц

© Мочалова Т. А., Сторонкина О. Е., 2024

(должностных или юридических) следует возбуждать дела об административных правонарушениях.

Ключевые слова: государственный пожарный надзор, правоприменительная практика, пожарная безопасность, административная ответственность, административное наказание.

T. A. Mochalova, O. E. Storonkina

ON THE QUESTION OF APPOINTING FINES FOR VIOLATION OF FIRE SAFETY RULES UNDER VARIOUS CIRCUMSTANCES

The article presents a questionnaire for assigning fines under various parts and articles of the Code of the Russian Federation on Administrative Offenses for violating fire safety requirements under various circumstances. By calculating the coefficient of concordance, it is determined in relation to which persons (officials or legal entities) administrative offense cases should be initiated.

Key words: state fire supervision, law enforcement practice, fire safety, administrative responsibility, administrative punishment.

Юридическая ответственность за нарушения требований пожарной безопасности представляет собой вид ответственности за нарушение норм в области пожарной безопасности под угрозой применения санкций в рамках гражданско-правовой, административной, уголовной или дисциплинарной ответственности.

Ответственность за нарушение требований пожарной включает дисциплинарную, гражданскую, административную и уголовную ответственность.

Порядок производства по административным делам подведомственным органам государственного пожарного надзора (ГПН) соответствует общим положениям, закреплённым в КоАП РФ [1].

Административная ответственность за нарушения требований пожарной безопасности – это вид юридической ответственности за административные правонарушения, предусмотренные ст. 6.24, ст. 6.25, ст. 8.32, ст. 8.32.3, ст. 11.16, частями 1 и 2 ст. 14.43, ст. 14.44, ст. 14.45, 14.46, частями 1–4 ст. 14.46.2, ст. 20.4 КоАП РФ, представляющие собой противоправное, виновное действие (бездействие) граждан, юридических лиц, должностных лиц, индивидуальных предпринимателей, влекущее за собой применение органами ГПН санкций в форме назначения основных видов наказаний.

Нормы КоАП РФ не всегда однозначно дают ответ на вопрос об особенностях назначения различного вида наказаний применительно к отдельным составам правонарушений [2–3].

Решением данной проблемы может служить применение, успешно зарекомендовавшего себя, метода «экспертных оценок» [4-5].

С целью выяснения, кого именно (юридическое или должностное лицо) следует привлекать к административной ответственности за нарушение требований пожарной безопасности при различных обстоятельствах (ст. 6.24, ст. 6.25, ст. 8.32, ст. 8.32.3, ст. 11.16, частями 1 и 2 ст. 14.43, ст. .44, ст. 14.45, ст. 14.46, частями 1–4 ст. 14.46.2; ст. 20.4 КоАП РФ [1]), нами была разработана анкета (рис.) и проведено анкетирование экспертов в данной области.

Опрос проводился среди государственных инспекторов по пожарному надзору, которые имеют опыт проведения контрольных (надзорных) мероприятий, а также опыт привлечения к административной ответственности за нарушение правил пожарной безопасности. В опросе приняли участие 10 сотрудников.

На основании результатов вычисления коэффициента конкордации и оценки его значимости по критерию согласования Пирсона, нами был сделан вывод о том, что экспертами рекомендуется при привлечении к административной ответственности по ч. 1, 2 ст. 20.4 КоАП РФ привлекать юридическое лицо. А вот по ч. 12 или 13.5 КоАП РФ и по ч. 6 и 7 ст. 20.4 КоАП РФ экспертами дано предпочтение должностным лицам.

АНКЕТА

Проблемы совершенствования правоприменительной практики за нарушения в области пожарной безопасности (ст. 6.24, ст. 6.25, ст. 8.32, ст. 8.32.3, ст. 11.16, частями 1 и 2 ст. 14.43, ст. .44, ст. 14.45, ст. 14.46, частями 1–4 ст. 14.46.2; ст. 20.4 КоАП РФ)

1. ФИО _____
2. Место работы_____

1. Проверена организация, выявлены нарушения требований ПБ. Ранее должностное и юридическое лицо не привлекались к административной ответственности. В отношении кого возбуждать административное дело по ч.1 ст. 20.4 КоАП?

№ п/п		Баллы для расчета	Отметка эксперта
1	Должностное лицо	1	
2	Юридическое лицо	2	
3	Должностное и юридическое лицо	3	
4	Гражданин	4	

2. Проверена организация, выявлены нарушения требований ПБ. Ранее должностное и юридическое лицо не привлекались к административной ответственности. В отношении кого возбуждать административное дело по ч.2 ст. 20.4 КоАП?

№ п/п		Баллы для расчета	Отметка эксперта
1	Должностное лицо	1	
2	Юридическое лицо	2	
3	Должностное и юридическое лицо	3	
4	Гражданин	4	

3. Проверена организация, выявлены нарушения требований ПБ. Должностное и юридическое лицо ранее уже привлекались к административной ответственности ч.1 ст. 20.4 КоАП. В отношении кого возбуждать административное дело по ч.2.1 ст. 20.4 КоАП?

№ п/п		Баллы для расчета	Отметка эксперта
1	Должностное лицо	1	
2	Юридическое лицо	2	
3	Должностное и юридическое лицо	3	
4	Гражданин	4	

4. Проверена организация, выявлены нарушения требований ПБ. Должностное лицо ранее уже привлекались к административной ответственности ч.1 ст. 20.4 КоАП. Юридическое лицо не привлекалось, ему было выдано предписание. В отношении кого возбуждать административное дело по ч.12 или ч.13 ст. 19.5 КоАП?

№ п/п		Баллы для расчета	Отметка эксперта
1	Должностное лицо	1	
2	Юридическое лицо	2	
3	Должностное и юридическое лицо	3	

5. Проверена организация, выявлены нарушения требований ПБ. Должностное лицо и юридическое лицо ранее уже привлекались к административной ответственности ч.12 или ч.13 ст. 19.5 КоАП. В отношении кого возбуждать административное дело по ч.14 ст. 19.5 КоАП?

№ п/п		Баллы для расчета	Отметка эксперта
1	Должностное лицо	1	
2	Юридическое лицо	2	
3	Должностное и юридическое лицо	3	

6. Проверена организация, выявлены нарушения требований ПБ. Ранее должностное и юридическое лицо не привлекались к административной ответственности. В отношении кого возбуждать административное дело по ч.6 ст. 20.4 КоАП?

№ п/п		Баллы для расчета	Отметка эксперта
1	Должностное лицо	1	
2	Юридическое лицо	2	
3	Должностное и юридическое лицо	3	
4	Гражданин	4	

7. Проверена организация, выявлены нарушения требований ПБ. Ранее юридическое лицо не привлекались к административной ответственности. В отношении кого возбуждать административное дело по ч.6.1 ст. 20.4 КоАП?

№ п/п		Баллы для расчета	Отметка эксперта
1		1	
2	Юридическое лицо	2	
3		3	

8. Проверена организация, выявлены нарушения требований ПБ. Ранее должностное и юридическое лицо не привлекались к административной ответственности. В отношении кого возбуждать административное дело по ч.7 ст. 20.4 КоАП?

№ п/п		Баллы для расчета	Отметка эксперта
1	Должностное лицо	1	
2	Юридическое лицо	2	
3	Должностное и юридическое лицо	3	

9. Проверена организация, выявлены нарушения требований ПБ. Ранее должностное не привлекались к административной ответственности. В отношении кого возбуждать административное дело по ч.9 ст. 20.4 КоАП?

№ п/п		Баллы для расчета	Отметка эксперта
1	Должностное лицо	1	
2		2	
3		3	

Рис. Анкета назначения штрафов по разным частям и статьям КоАП за нарушение требований пожарной безопасности при различных обстоятельствах

Кроме того, перед экспертами были поставлены следующие вопросы:

- какова практическая применимость данной анкеты;
- качество составления анкеты;
- предложения по внесению изменений в анкету.

Оценка практического применения и качества составления анкеты проводилась по 5 бальной шкале. По итогам опроса анкета была оценена:

- по практической применимости: на 5 баллов среди 6 сотрудников, на 4 балла среди 3 сотрудников, на 3 балла было оценено одним сотрудником;
- по качеству составления: на 5 баллов среди 7 сотрудников, на 4 балла среди 3 сотрудников.

Одним из сотрудников представлены предложения по доработке данной анкеты, связанной с добавлением отдельной графы «тяжесть нарушения требований пожарной безопасности» и назначение административного штрафа в зависимости от тяжести совершения.

Другим сотрудником были предложено применение данных анкет не только при осуществлении Федерального государственного пожарного надзора, но и при осуществлении Федерального государственного лицензионного контроля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ. [Электронный ресурс] // Консультант Плюс.

2. Буркин В.Н. Предложения по совершенствованию нормативной правовой базы за нарушения в области пожарной безопасности / В.Н. Буркин, Т.А. Мочалова, О. Е. Сторонкина // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: Сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 11 апреля 2024 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС РФ, 2024. – С. 46-51. – EDN FNBAEI.

3. Буркин В.Н. Разработка предложений по назначению административного наказания в отношении виновных лиц за нарушения в области пожарной безопасности / В.Н. Буркин, Т.А. Мочалова // Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса «Государственный надзор» за 2023 год, 01 января – 31 декабря 2023 года, 2024. – С. 6-9. – EDN QQWRSO.

4. Сторонкина О.Е. Методологические основы категорирования объектов надзора в целях организации надзорно-профилактической деятельности / О.Е. Сторонкина, Т.А. Мочалова, А. А. Лазарев // Современные проблемы гражданской защиты. – 2024. – № 1(50). – С. 99-106. – EDN RMQREP.

5. Лазарев А.А. Ведомственный контроль как средство предупреждения пожаров в садоводческом некоммерческом товариществе Черекского района Кабардино-Балкарской Республики / А.А. Лазарев, А.Х. Казаков, О.Е. Сторонкина, А.М. Мочалов // Современные проблемы гражданской защиты. – 2023. – № 1(46). – С. 103-110. – EDN FBSUPM.

УДК 621.91

А. Г. Наумов, С. А. Сырбу
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОТС НАПРАВЛЕННОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ РЕЗАНИЕМ

В результате проведенных исследований установлено, что использование водных эмульсий микрокапсул с желатиновыми оболочками с магнетитом и озонированной водой в ядре в качестве СОТС наиболее эффективно снижает процесс изнашивания резцов из быстрорежущей стали Р6М5 при точении нержавеющей стали по сравнению с масляной (МР-4) и водорастворимой (Аквол-6) СОТС, являющихся их промышленными пожароопасными аналогами.

Ключевые слова: СОТС, пожарная опасность, процесс резания, нержавеющая сталь 12Х18Н10Т, сталь Р6М5.

A. G. Naumov, S. A. Syrbu

POSSIBILITIES OF USING DIRECTED-ACTION SPECIFIC LUBRICANTS AND COOLANTS FOR FIRE SAFETY IN TECHNOLOGICAL PROCESSES OF CUTTING MATERIALS

© Наумов А. Г., Сырбу С. А., 2024

As a result of the conducted studies, it was established that the use of aqueous emulsions of microcapsules with gelatin shells with magnetite and ozonized water in the core as lubricants and coolants most effectively reduces the wear process of cutters made of high-speed steel R6M5 when turning stainless steel compared to oil (MR-4) and water-soluble (Akvol-6) lubricants and coolants, which are their industrial fire-hazardous analogues.

Keywords: lubricants and coolants, fire hazard, cutting process, stainless steel 12H18N10T, steel R6M5.

В настоящее время в различных сферах науки и техники широко применяются композиционные материалы. Однако несмотря на их появление металлы и сплавы продолжают широко использоваться практически во всех областях промышленности, в том числе и в металлообработке.

В литературе встречается несколько методов обработки режущего инструмента для повышения его износостойкости. Например, на поверхностный слой инструмента методом катодно-дугового осаждения наносят наноструктурные нитриды титана и циркония [1], подвергают его лазерной обработке [2], проводят вакуумное нанесение на рабочие поверхности нанопокрытий состава титан-алюминий — азот (TiAlN) [3], и, наконец, активируют СОТС ионизированным воздухом, получая воздушно-масляные смеси [4].

Указанные способы обработки инструмента достаточно сложны и дороги. Поэтому актуальность разработки более простых в техническом исполнении и менее затратных в экономическом отношении способов повышения износостойкости режущего инструмента сохраняется.

Исходя из вышесказанного, цель нашей работы заключалась в изучении возможности замены промышленных масляных и водорастворимых СОТС микрокапсулированными СОТС направленного действия, как при производстве нового оборудования, так и при ремонте имеющегося, за счет снижения пожарной нагрузки при уменьшении износа инструмента из быстрорежущей стали при резании на операции точения.

В проведенном исследовании в качестве эталонных нами использовались масляная (МР-4) и водорастворимая (Аквол-6) СОЖ. Приведем их характеристики. МР-4 — маловязкое индустриальное масло, содержащее значительное количество хлорорганических (35 % хлорпарафина) и других добавок [5]. Аквол — концентрат на основе полиэтиленгликолей; содержит присадки, придающие СОЖ необходимый комплекс свойств. При смешивании с водой образует прозрачные, бесцветные или слегка окрашенные эмульсии, используемые при обработке резанием заготовок из черных металлов и сплавов [5].

Обеспечение требуемых эксплуатационных свойств СОТС достигается путем введения в них присадок различного назначения, многие из которых могут быть токсичными для человека. Кроме того, в многокомпонентных СОТС токсичность может появиться за счет взаимодействия или

синергического эффекта присадок, не имеющих явно выраженных опасных для жизни человека свойств.

Заметим, что используемая в работе масляная СОЖ (МР-4) содержит минеральные нефтяные масла, имеющие ПДК 5 мг/м^3 и являющиеся умеренно опасными веществами (класс опасности 3). Для полиэтиленгликолей (Аквол-6) значение ПДК составляет 40,2 мг/м^3 [6]. Оба компонента являются горючими жидкостями. Для масел температура воспламенения составляет 140–150 °С, температура самовоспламенения 235 °С. Для полиэтиленгликоля указанные температуры имеют значения 162 °С и 340 °С соответственно [7]. При резании твердосплавными инструментами температура в зоне контактных площадок стружки может превышать 700 °С. Таким образом, существует вероятность воспламенения указанных компонентов СОЖ.

В качестве пожаробезопасных заменителей указанных СОТС методом коацервации было получено несколько видов микрокапсул. В них по-разному вводился озон. В одном случае он вводился в саму желатиновую оболочку, в другом - озонированная вода ядра микрокапсулы адсорбировалась активированным углем. Таким образом, в качестве СОТС исследовались водные эмульсии, содержащие различные концентрации микрокапсул с желатиновыми оболочками без ядра (К), с желатиновыми оболочками с магнетитом (КМ), с желатиновыми оболочками и озонированной водой в ядре (МК) (озонированная вода ядра микрокапсулы адсорбировалась активированным углем), с желатиновыми оболочками, обработанными озоном (КО), с желатиновыми оболочками с магнетитом, обработанными озоном (КМО) и с желатиновыми оболочками с магнетитом и озонированной водой в ядре (ММК).

Исследования влияния озонированных микрокапсул в составе СОТС на работоспособность быстрорежущего инструмента проводились на операции точения.

При точении в качестве обрабатываемого материала использовалась нержавеющая сталь 12Х18Н10Т, а в качестве режущего инструмента — сталь Р6М5. Режимы резания выбирались согласно рекомендациям работы [8]. Для изучения динамики процесса износа режущего инструмента испытания проводились до начала катастрофического износа резцов. За критерий начала катастрофического износа было принято значение ширины площадки износа на задней поверхности резца, равное 0.6 мм согласно методике работы [9]. Износ резцов контролировался с помощью микроскопа МПБ-2.

Весь применяемый быстрорежущий инструмент предварительно был подвергнут стандартной термической обработке (закалке и многократному отпуску).

В качестве режущего инструмента применялись упорно-проходные резцы из быстрорежущей стали Р6М5. Для предотвращения структурных изменений в быстрорежущей стали при заточке, согласно рекомендациям работы [10], затачивание велось с поливом инструментальным маслом И-12А. Исследования

при точении проводились на токарно-винторезном станке модели 16К20. Результаты исследований приведены в таблице. Исследования проводились при различных скоростях резания, подаче (s), равной 0,1 мм/об, глубине резания (t), равной 0,5 мм.

Анализ данных таблицы показывает, что концентрация каждого вида микрокапсул в водной эмульсии, при которой средняя стойкость упорно-проходных резцов была максимальной (оптимальная концентрация), выбиралась на самой высокой из использованных скоростей резания. Оптимальная концентрация микрокапсул с желатиновыми оболочками без ядра (К) в водных эмульсиях составила 2 масс. %, остальных микрокапсул — 4 масс. %.

Следующим этапом работы было определение наиболее эффективного СОТС среди полученных микрокапсул с учетом их оптимальных концентраций в водных эмульсиях.

На рисунке представлены зависимости стойкости резцов от скорости резания при точении нержавеющей стали 12Х18Н10Т (s=0,1 мм/об, t=0,5 мм).

Из представленных на рисунке графиков изменения стойкости резцов от скорости процесса резания на операции точения видно, что увеличение износостойкости режущего инструмента при использовании микрокапсул с желатиновыми оболочками с магнетитом и озонированной водой в ядре (ММК) по сравнению с точением всухую, с использованием воды, а также по сравнению с точением с использованием классических СОТС, наблюдается во всем исследованном диапазоне скоростей, что свидетельствует об эффективности применения таких смазочных композиций. Незначительно уступают им водные эмульсии микрокапсул с желатиновыми оболочками с магнетитом, обработанными озоном (КМО).

Таблица. **Результаты стойкостных испытаний для резцов из быстрорежущей стали Р6М5 с применением различных СОТС для нержавеющей стали 12Х18Н10Т**

Скорость резания, v, м/с	Применяемая СОТС	Средняя стойкость (T±ΔT), мин	Применяемая СОТС	Средняя стойкость (T±ΔT), мин
0,48	Всухую	7,20 ± 1,42	15 % Аквол-6	13,50 ± 2,53
	Д. вода	9,40 ± 1,37	МР-4	15,00 ± 2,86
	1 % К	10,00 ± 2,25	1 % КМО	12,00 ± 2,32
	2 % К	11,00 ± 2,29	2 % КМО	11,50 ± 2,37
	4 % К	10,20 ± 2,09	4 % КМО	17,00 ± 2,78
	1 % КМ	8,00 ± 1,53	1 % МК	11,00 ± 2,47
	2 % КМ	11,00 ± 2,31	2 % МК	10,50 ± 2,64
	4 % КМ	16,00 ± 2,41	4 % МК	12,30 ± 2,92
	1 % КО	9,50 ± 2,63	1 % ММК	11,00 ± 2,84
	2 % КО	11,00 ± 2,16	2 % ММК	12,00 ± 2,79
	4 % КО	13,00 ± 2,15	4 % ММК	21,50 ± 3,92

Скорость резания, v, м/с	Применяемая СОТС	Средняя стойкость (T±ΔT), мин	Применяемая СОТС	Средняя стойкость (T±ΔT), мин
0,36	Всухую	25,10 ± 3,23	15 % Аквол-6	79,90 ± 6,56
	Д. вода	26,60 ± 3,39	МР-4	31,00 ± 2,49
	2 % К	38,00 ± 4,85	4 % КМО	108,50 ± 7,32
	4 % КМ	89,00 ± 5,90	4 % МК	49,40 ± 3,74
	4 % КО	56,10 ± 5,59	4 % ММК	141,00 ± 12,84
0,27	Всухую	100,10 ± 15,36	15 % Аквол-6	316,40 ± 22,62
	Д. вода	125,90 ± 14,93	МР-4	158,50 ± 13,94
	2 % К	172,30 ± 16,56	4 % КМО	446,50 ± 30,32
	4 % КМ	390,00 ± 25,30	4 % МК	199,20 ± 18,34
	4 % КО	254,80 ± 21,98	4 % ММК	494,30 ± 40,37

Таким образом, в результате проведенных исследований было установлено, что использование водных эмульсий микрокапсул с желатиновыми оболочками с магнетитом и озонированной водой в ядре в качестве СОТС наиболее эффективно снижает процесс изнашивания резцов из быстрорежущей стали Р6М5 при точении нержавеющей стали по сравнению с масляной (МР-4) и водорастворимой (Аквол-6), являющихся промышленными СОЖ.

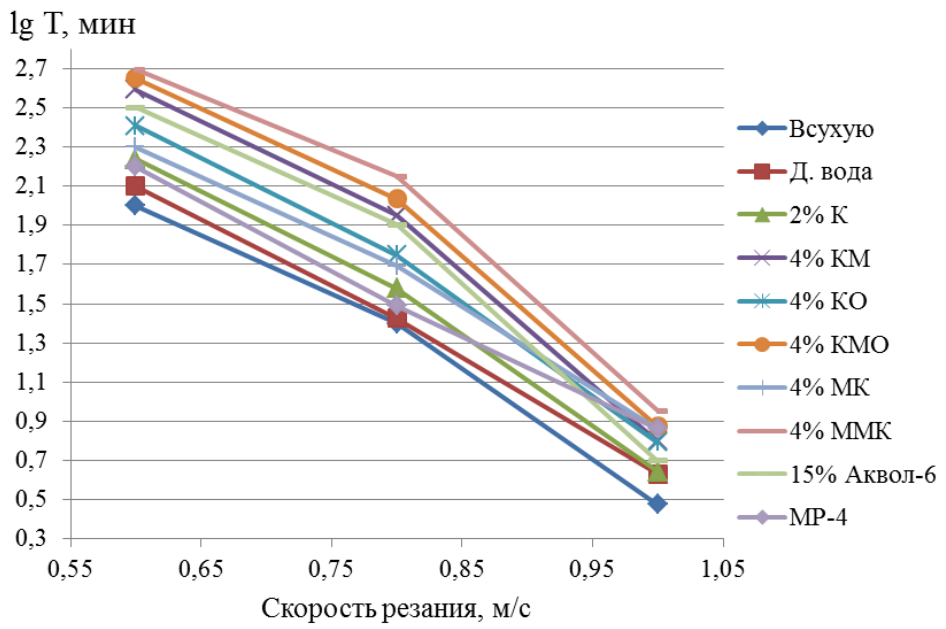


Рис. 1. Зависимость стойкости резцов от скорости резания при точении нержавеющей стали 12Х18Н10Т (s=0,1 мм/об, t=0,5 мм)

В заключение отметим, что производимые промышленностью СОТС, в частности, масляная МР-4, содержит порядка 35 % экологически опасных хлорзамещенных алканов, поэтому требует замены на более безопасные с точки зрения экологии СОЖ. Водная эмульсия микрокапсул с желатиновыми оболочками с магнетитом и озонированной водой в ядре (ММК), которая работает при концентрациях активного вещества 4 масс. % и имеет направленное движение в зону контакта обрабатываемого материала и режущего инструмента, относится к экологически безопасным СОТС, тогда как ее аналог – исследованная в работе водная эмульсия Аквола-6, работает при концентрациях полиэтиленгликоля с присадками в 7,5–15 раз выше. Следует отметить также, что обе жидкости и МР-4 и Аквол-6 являются горючими, а, значит, и пожароопасными.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 23-29-00288.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lebedev V.A., Aliev M.M., Fominov E.V., Marchenko A.A., Mironenko A.E. Thermoelectric characteristics of the process of turning steel blanks with carbide plates with combined coatings // Friction and wear. 2023. №2(44). P. 114 - 121.

2. Исакин И.А., Гнюсов С.Ф. Модификация быстрорежущих сталей концентрированными потоками энергии: обзор // Упрочняющие технологии и покрытия. 2018. Т. 14, № 5 (161). С. 209 – 216.

3. Migal` Yu.F., Kolesnikov I.V. The influence of the composition and thickness of TiAlNnanocoatingson the strength of their bond with iron: quantum chemical analysis // Friction and wear. 2022. № 4(43). P. 433 - 442.

4. Скакун В.В., Джемалядинов Р.М., Ваниев Э.Р. Повышение стойкости быстрорежущего инструмента путем активации масляных СОТС ионизированным воздухом // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: материалы. конструкции. технологии. 2022. № 3. С. 24 – 33.

5. Справочник станочника / Л.И. Вереина, М.М. Краснов. М.: Академия, 2006. 560 с.

6. Постановление главного санитарного врача Российской Федерации от 13.02.2018 № 25 «Об утверждении гигиенических нормативов ГН 2.2.5.3532-18» «ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны». Зарегистрирован в Минюсте России 20.04.2018 № 50845.

7. Корольченко А.Я., Корольченко Д.А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справочник в 2-х томах. М.: Пожнаука. 2004. Т. 2. 774 с.

8. Гуревич Я.Л. Режимы резания труднообрабатываемых материалов: Справочник. М.: Машиностроение. 1986. 180 с

9. Лоладзе Т.Н. Прочность и износостойкость режущего инструмента. М.: Машиностроение. 1982. 320 с

10. Латышев В.Н., Наумов А.Г. О смазочном химическом действии внешней среды при резании металлов // Трение и износ. 2001. Т. 22. № 3. С. 342 – 348.

УДК 614.841.411

А. Л. Никифоров, И. А. Легкова
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

НОВЫЙ ПОДХОД К ОГНЕЗАЩИТЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ДРЕВЕСИНЫ И ЕЕ ПРОИЗВОДНЫХ

Статья посвящена вопросу огнезащиты строительных и текстильных материалов на основе целлюлозы. Проведен анализ огнезащитных составов, нашедших широкое применение для обработки изделий из целлюлозы. Основной акцент сделан на сохранение целостности изделия, то есть на предотвращение разрушения материала в следствии термодеструкции.

Ключевые слова: целлюлоза, строительные материалы, древесина, текстильные изделия, огнезащита, термодеструкция.

A. L. Nikiforov, I. A. Legkova

A NEW APPROACH TO FIRE PROTECTION OF TEXTILE MATERIALS, WOOD AND ITS DERIVATIVES

The article is devoted to the issue of fire protection of building and textile materials based on cellulose. The analysis of flame retardants, which have found wide application for the processing of cellulose products, has been carried out. The main emphasis is placed on maintaining the integrity of the product, that is, on preventing the destruction of the material as a result of thermal degradation.

Keywords: cellulose, building materials, wood, textiles, fire protection, thermal degradation.

Разработка современных способов и средств обеспечения пожарной безопасности различных материалов и изделий является важной и актуальной задачей. Следует отметить, что исследователи, работающие в направлении обеспечения пожарной безопасности, традиционно не делают различия между снижением пожарной опасности и огнезащитой горючего материала, т.е. имеет место быть подмена понятий.

В то же время стоит помнить, что оба отмеченных мероприятия преследуют совершенно разные цели.

Снижение пожарной опасности — это мероприятия, направленные на снижение пожарных характеристик материалов.

Огнезащита — это мероприятия, направленные на защиту материалов и изделий из них от внешних факторов пожара (высокой температуры и открытого пламени).

© Никифоров А. Л., Легкова И. А., 2024

Особую актуальность данные мероприятия проявляют по отношению к целлюлозосодержащим материалам, основную долю которых составляют строительные изделия из древесины и ее производных, а также имеющие широкое применение текстильные материалы из хлопка и льна [1, 2].

На рис. 1 представлена классификация целлюлозных материалов. При этом древесные строительные материалы представлены не только цельной древесиной, но и ее производными — фанерой, древесно-стружечными (ДСП), древесноволокнистыми плитами (ДВП, МДФ) и др.

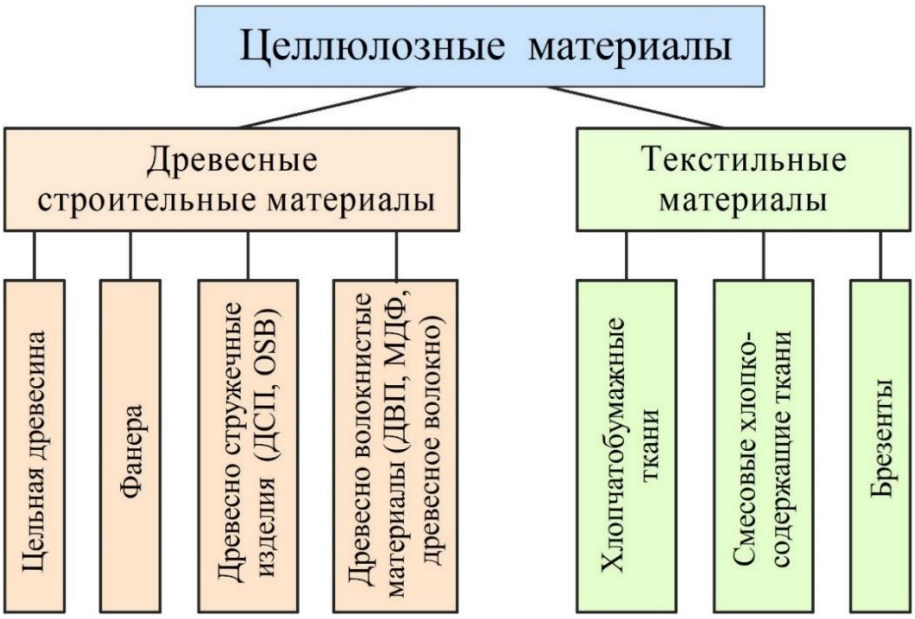


Рис. 1. Классификация целлюлозных материалов

Традиционные подходы к снижению пожарной опасности древесины и ее производных сводятся к обработке изделий огнезащитными составами (ОЗС), которые, как правило, представляют собой водные растворы неорганических солей или растворы негорючих органических соединений. Однако кроме пропиток для защиты от высоких температур и открытого пламени горючих и негорючих материалов используются специальные защитные покрытия. На рис. 2 приведена условная классификация огнезащитных составов, нашедших широкое применение для обработки изделий из целлюлозы с учетом способа их нанесения на защищаемый объект.

Суть огнезащитных мероприятий, основанных на использовании пропиточных растворов, сводится к блокированию доступа окислителя (кислорода воздуха) к горючему веществу (целлюлозе). Такая обработка снижает риск возгорания целлюлозного материала и распространения пламени при воздействии маломощных источников зажигания (непотушенная сигарета, горящая спичка и другие).

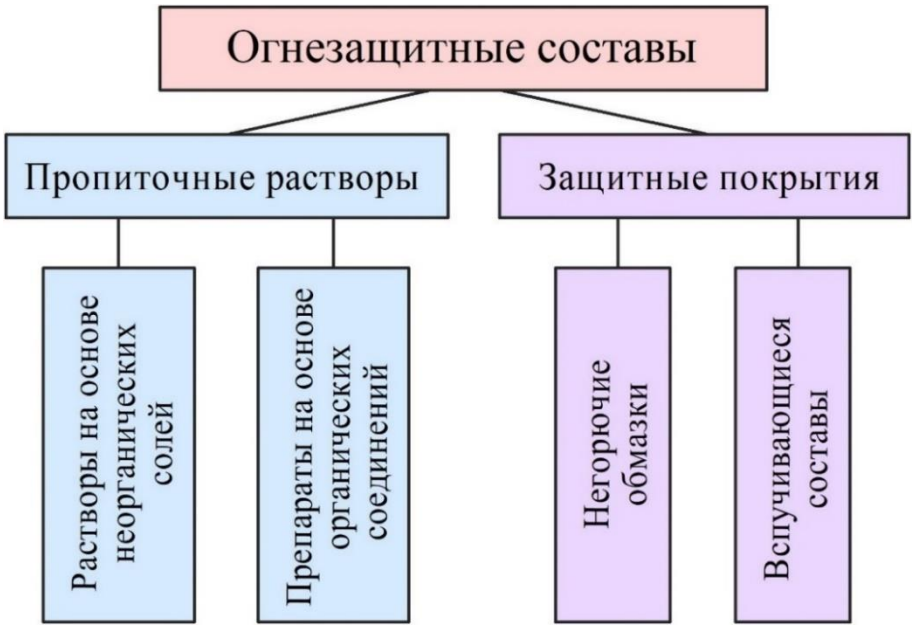


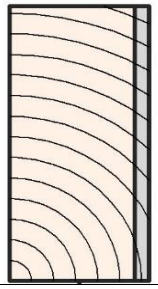
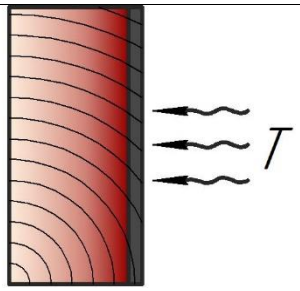
Рис. 2. Классификация огнезащитных составов

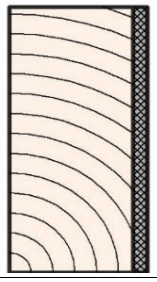
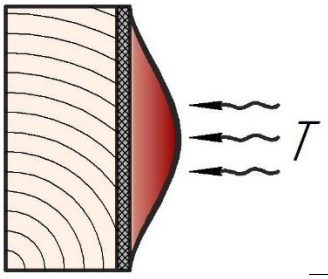
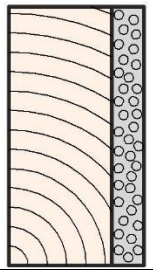
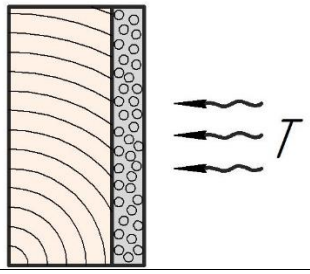
Однако при наличии внешних источников горения, имеющих большую мощность, обработанные таким образом изделия будут подвергаться разрушению в следствии термодеструкции, т.е. такие изделия будучи вовлеченными в пожар будут потеряны. Если это строительные конструкции, то они будут повреждены и будут подлежать замене; в случае текстильных материалов будет наблюдаться их безвозвратное разрушение.

Более важным является сохранение целостности изделия (материала), что позволит защитить целлюлозные материалы от деструктивных проявлений воздействия интенсивных тепловых потоков.

Поведение древесины и ее производных, прошедших различные виды огнезащитной обработки, представлены в таблице.

Таблица. **Поведение древесины и ее производных, обработанных огнезащитными составами**

Огнезащитные составы	При нормальных условиях	При пожаре
Пропиточные составы		

Огнезащитные составы	При нормальных условиях	При пожаре
Вспучивающиеся ОЗС		
Вспененные ОЗС		

Суть мероприятий, приведенных в таблице, сводится к тому, что пропиточные составы не способны обеспечить целостность деревянной строительной конструкции, вовлеченной в пожар. Для защиты силовых конструкций лучше всего подходят вспененные неорганические покрытия (например, на основе жидкого стекла — рис. 3) [3, 4], а для защиты декоративных и облицовочных древесных материалов целесообразно использовать вспучивающиеся лаки и краски (рис. 4) [5, 6].

Рис. 3. Вспененное огнезащитное покрытие на основе жидкого стекла

Подходы к обеспечению огнезащиты целлюлозных текстильных материалов, использующихся для пошива специальной одежды и изготовления тентовых материалов, должны учитывать как сохранение целостности материала, так и защиту человека от ожогового травматизма [8]. Эти

требования могут быть выполнены только при условии использования вспучивающихся покрытий (рис. 5), что переводит защищаемый текстильный материал в категорию композиционных материалов, состоящих из разнородных по назначению и составу полимерных слоев [7].

Рис. 4. Вспучивающиеся лаки и краски для защиты декоративных и облицовочных древесных материалов

Рис. 5. Использование вспучивающихся покрытий для защиты текстильных материалов

Наличие интумисцентного покрытия позволяет обеспечить надежную защиту от тепловых потоков высокой интенсивности и открытого пламени. На рис. 6 показан механизм защитного действия вспучивающихся составов, нанесенных на горючую основу.

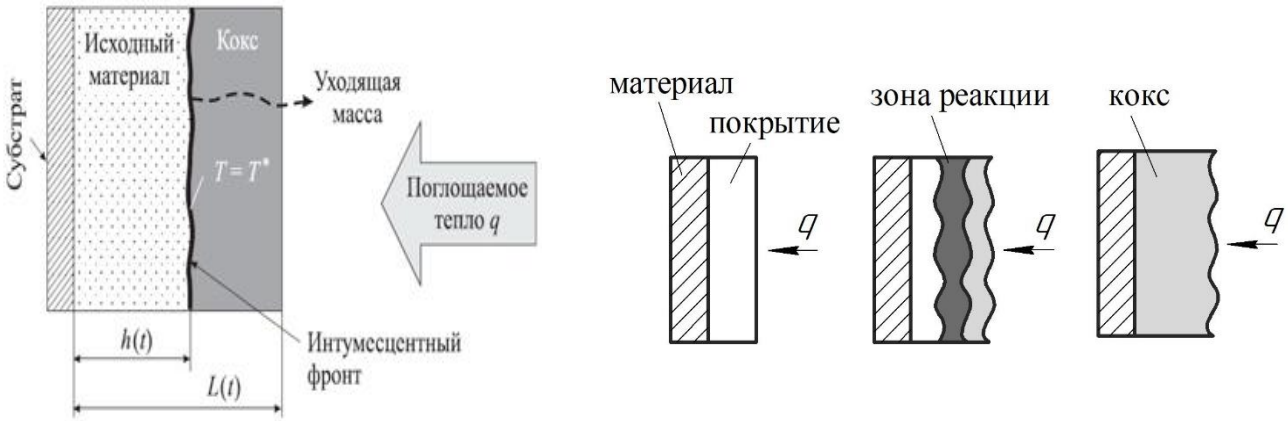


Рис. 6. Механизм защитного действия вспучивающихся составов

Следует отметить, что данное научное направление недостаточно проработано и требует проведения широкомасштабного научного экспериментального исследования и теоретического обоснования выбора компонентов защитных составов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ульева С.Н., Никифоров А.Л., Румянцева В.Е., Легкова И.А., Шарабанова И.Ю. Защита целлюлозных материалов от воздействия высоких температур и открытого пламени. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2024. № 2. С. 207-212.

2. Буралков П.П., Легкова И.А. Огнестойкость и огнезащита строительных конструкций. // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: Сборник материалов V Международной научно-практической конференции, Иваново, 14 октября 2021 года. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МСЧ России, 2021. С. 207-210.

3. Сиплатов Е.А., Никифоров А.Л., Панев Н.М., Мусатов В.А., Новожилова К.А. Практические исследования огнезащитных составов для древесины на основе жидкого стекла. // Пожарная и аварийная безопасность: Сборник материалов XVIII международной научно-практической конференции, Иваново, 23 ноября 2023 года. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МСЧ России, 2023. С. 833-837.

4. Сиплатов Е.А., Никифоров А.Л., Нагановский Ю.К., Новожилова К.А. Термогравиметрические исследования жидкого стекла в различных средах. // Современные проблемы гражданской защиты. 2024. № 2 (51). С. 85-91.

5. Кочетова А.А., Панев Н.М., Шабунин С.А., Ульева С.Н., Никифоров А.Л. Обеспечение пожарной безопасности строительных материалов из древесины и ее производных. // Пожарная и аварийная безопасность: Сборник материалов XVIII Международной научно-практической конференции, г. Иваново 23 ноября 2023 года. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. С. 115-118.

6. Кочетова А.А., Никифоров А.Л., Малый И.А. Разработка научно-обоснованных подходов к огнезащите материалов на основе производных древесины // Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы: сборник материалов XVIII международной научно-практической конференции молодых ученых, Минск, 18 апреля 2024 года. Минск: УГЗ, 2024. С. 35-36.

7. Спиридонова В.Г., Циркина О.Г. Защитные вспучивающиеся составы для тканей технического назначения // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сборник материалов X Всероссийской научно-практической конференции. Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2023. С. 483-487.

8. Спиридонова В.Г., Циркина О.Г. Сорокин Д.В., Никифоров А.Л. Обоснование актуальных подходов к оценке пожароопасных свойств текстильных материалов и способов огнезащиты тканей различного функционального назначения. // Современные проблемы гражданской защиты. 2023. № 2 (47). С. 126-133.

УДК 614.84

А. Л. Никифоров, И. А. Легкова, С. Н. Ульева
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ОТРЕМОНТИРОВАННОГО УЧАСТКА ПОЖАРНОГО РУКАВА

В статье предложено оборудование для проведения экспериментального исследования и оценки возможности использования полимерных дисперсий для ремонта пожарных напорных рукавов с целью отработки предложенной технологии их ремонта.

Ключевые слова: пожарный рукав; повреждение; ремонт; полимерные дисперсии; испытание; экспериментальная установка; избыточное давление.

A. L. Nikiforov, I. A. Legkova, S. N. Uleva

DEVELOPMENT OF AN EXPERIMENTAL SETUP FOR DETERMINING THE STRENGTH OF A REPAIRED SECTION OF A FIRE HOSE

The article proposes equipment for conducting an experimental study and assessing the possibility of using polymer dispersions for repairing fire hoses in order to develop the proposed technology for their repair.

Key words: fire hose; damage; repair; polymer dispersions; test; experimental setup; excess pressure.

В процессе эксплуатации пожарные рукава (ПР) подвергаются воздействию внешних негативных факторов, которые могут привести к преждевременному выходу их из строя. А это в свою очередь влечет снижение количества или полное прекращение подачи огнетушащих веществ и увеличение времени тушения пожара. Поэтому качественное и своевременное техническое обслуживание напорных пожарных рукавов является актуальной задачей. Основной целью технического обслуживания пожарных рукавов является поддержание их работоспособности, надежности и соответствия нормам безопасности.

После каждого использования пожарные рукава подвергаются техническому обслуживанию: мойка, внешний осмотр, испытание, сушка, скатка; при необходимости проводится ремонт. После ремонта ПР снова подлежат испытаниям. Состав мероприятий и методик проверки пожарных рукавов определяется нормативными документами, в которых указаны все типы испытаний, которые должно пройти пожарное оборудование,

© Никифоров А. Л., Легкова И. А., Ульева С. Н., 2024

предъявляемые требования к состоянию пожарных рукавов и сроки проведения проверки [1, 2].

Если во время испытаний были обнаружены неисправности ПР, необходимо принять соответствующие меры по устранению выявленных недостатков для обеспечения их бесперебойного функционирования. Ремонт пожарных рукавов производится двумя основными способами – наклеиванием заплат на наружную поверхность рукава клеевыми составами и вулканизацией сырой резиной. Для устранения повреждений пожарных напорных рукавов был предложен способ, позволяющий осуществить их ремонт с использованием различных полимерных составов [3, 4]. Был проведен анализ характеристик этих составов, выявлен ряд полимерных композиций, которые могут быть использованы для ремонта ПР, и предложена технология его проведения.

Но для осуществления качественного ремонта мелких повреждений пожарных напорных рукавов необходимо отработать технологию проведения восстановительных работ предложенным способом [5, 6]. Данная технология должна обеспечивать прочностные и адгезионные качества ремонтного покрытия, для чего необходимо проведение исследовательской работы по подбору полимеров и способу их отверждения. Результат такого ремонта выражается двумя показателями:

- способностью выдерживать рабочее давление внутри рукава;
- адгезией наносимого ремонтного покрытия к материалу рукава.

Обычно в процессе проверки способности ПР выдержать избыточное рабочее давление рукав раскатывают на всю длину, один конец присоединяют к насосу, а на другой устанавливают заглушку, предварительно выпустив воздух. После наполнения рукава водой давление постепенно повышают до величин, установленных нормативными документами. После завершения испытания поверхность рукава осматривается на предмет обнаружения разрывов.

Однако для исследовательской работы такой способ испытания не подходит, поэтому для проведения исследований по первому направлению была разработана экспериментальная установка, схема которой представлена на рисунке.

Суть проведения испытания заключается в том, что после проведения ремонтно-восстановительных работ на образце рукава, необходимо оценить способность отремонтированного участка выдерживать рабочее давление. Для этого испытуемый образец рукава разрезается вдоль и из полученного плоского элемента вырезается образец с нанесенным ремонтным покрытием, который представляет собой плоскую круглую мембрану диаметром 120 мм. Отремонтированный участок должен находиться по центру данной мембраны. Данный исследуемый образец 1 размещается в испытательной камере 2 и фиксируется внутри камеры шайбой 3, имеющей игольчатые элементы 4. После размещения испытуемого образца внутри камеры он фиксируется и дополнительно уплотняется за счет использования накидной гайки 5.

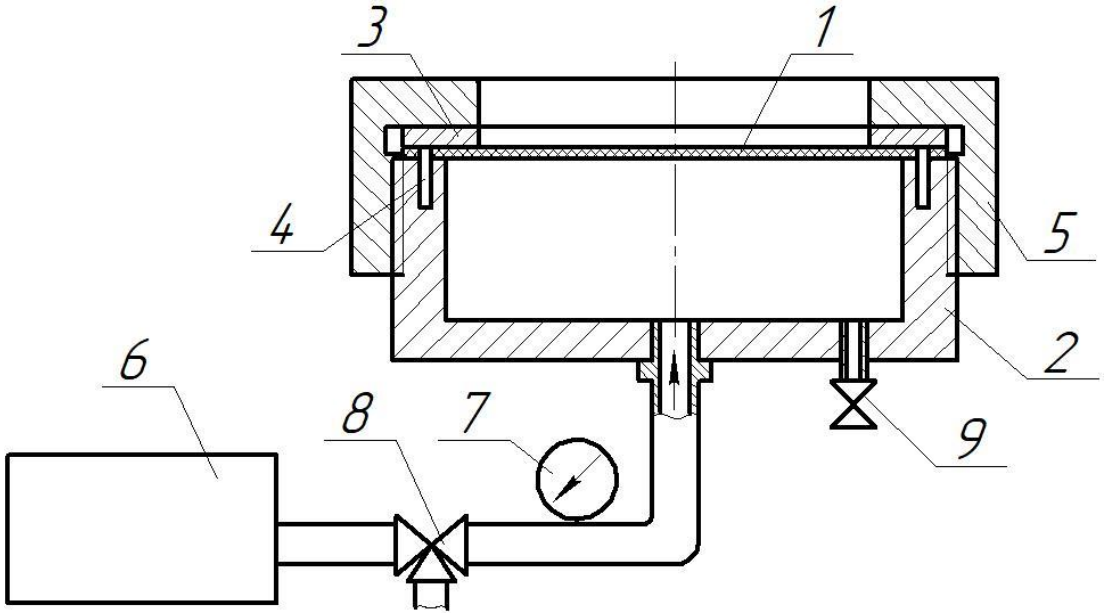


Рисунок. Схема испытания отремонтированного участка пожарного рукава:
1 — образец отремонтированного участка пожарного рукава; 2 — корпус;
3 — верхнее зажимное кольцо; 4 — игольчатые элементы; 5 — накидная гайка;
6 — насос; 7 — манометр; 8 — клапан; 9 — клапан избыточного давления

После этого внутри испытательной камеры с помощью наноса 6 создается необходимое давление воды или воздуха, которое фиксируется с помощью манометра 7. Испытуемый образец выдерживается при данном давлении в течении 10-15 мин. Предполагается проведение циклических испытаний единичного образца на предмет определения жизненного цикла отремонтированного изделия. В данном случае может быть проведена визуальная оценка адгезионной прочности покрытия. Дополнительно могут быть проведены испытания по оценке влияния на ремонтный участок рукава температурных показателей.

Перед манометром 7 размещается трехходовой кран 8, позволяющий после проведения испытания сбросить избыточное давление внутри испытательной камеры 2, что необходимо для проведения исследований циклических нагрузок на ремонтное изделие, а также осуществлять замену образца. Камера снабжается автоматическим аварийным клапаном сброса давления 9.

Проведения испытаний прочности сцепления используемого для ремонта полимера и материала рукава могут быть осуществлены по стандартной методике с использованием разрывной машины [1].

На основании проведенных испытаний подбираются наиболее пригодные полимерные композиции, обеспечивающие высокую прочность ремонтного покрытия, и определяются режимы отверждения данных композиций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 51049-2019. Техника пожарная. Рукава пожарные напорные. Общие технические требования. Методы испытаний.

2. ГОСТ Р 53277-2009. Техника пожарная. Оборудование по обслуживанию пожарных рукавов. Общие технические требования. Методы испытаний.

3. Ульева С.Н., Легкова И.А., Никифоров А.Л., Шарабанова И.Ю., Румянцева В.Е. Возможности использования полимерных дисперсий для ремонта и восстановления пожарных напорных рукавов. / Известия вузов. Технология химической промышленности. 2024. № 3 (411). С.141-148.

4. Легкова И.А., Ульева С.Н., Никифоров А.Л. Разработка новых решений по восстановлению работоспособности пожарных рукавов. / Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сборник материалов X Всероссийской научно-практической конференции. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. 2023. С. 335-339.

5. Никифоров А.Л., Ульева С.Н., Легкова И.А. Новые подходы к выполнению капитального ремонта пожарных рукавов. / Современные проблемы гражданской защиты. №2 (47). 2023. С. 99-106.

6. Никифоров А.Л., Легкова И.А., Ульева С.Н., Колобов М.Ю. Использование полимерных дисперсий для ремонта напорных пожарных рукавов. / Современные наукоемкие технологии. №2, 2024. С. 93-98.

УДК 614.84

А. Н. Николаева, В. Б. Бубнов
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ВНУТРЕННИЙ ПРОТИВОПОЖАРНЫЙ ВОДОПРОВОД КАК ВАЖНЕЙШИЙ ЭЛЕМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В статье рассматривается внутренний противопожарный водопровод как важный элемент обеспечения пожарной безопасности, его преимущества и основные компоненты, а также проблемы, связанные с эксплуатацией и возможные пути решения.

Ключевые слова: внутренний противопожарный водопровод, системы противопожарной безопасности зданий и сооружений, насосные системы, пожарный кран.

© Николаева А. Н., Бубнов В. Б., 2024

A. N. Nikolaeva, V. B. Bubnov

INTERNAL FIRE-FIGHTING WATER PIPELINE AS THE MOST IMPORTANT ELEMENT OF FIRE SAFETY

The article discusses internal fire-fighting water supply as an important element of fire safety, its advantages and main components, as well as problems associated with operation and possible solutions.

Key words: internal fire-fighting water supply, fire safety systems of buildings and structures, pumping systems, fire hydrant.

Внутренний противопожарный водопровод (ВПВ) — это важный элемент системы противопожарной безопасности зданий и сооружений [1]. Он предназначен для обеспечения быстрого и эффективного тушения пожаров на ранних стадиях, что может значительно снизить ущерб и предотвратить распространение огня [2]. Рассмотрим его основные преимущества и функции.

Преимущества внутреннего противопожарного водопровода:

1. Доступность. ВПВ обеспечивает доступ к воде в непосредственной близости от очага возгорания, что позволяет быстро начать тушение.
2. Автономность. Внутренний водопровод может работать независимо от внешних источников воды.
3. Эффективность. Системы ВПВ позволяют подавать воду под высоким давлением, что увеличивает эффективность тушения пожара.
4. Снижение времени реагирования. Наличие ВПВ сокращает время, необходимое для начала тушения пожара, что критично в экстренных ситуациях.
5. Удобство использования. Современные системы обычно оборудованы простыми в использовании рукавами и насадками, что делает их доступными для не специализированных пользователей.

Основные компоненты ВПВ:

1. Водопроводы, система разводки, которая включает в себя вертикальные участки — стояки и горизонтальные — лежаки. Грамотный проектировщик должен учитывать диаметр, объем воды, напор и возможности циркуляции жидкости внутри труб. Проектировка отталкивается от архитектурных особенностей здания.
2. Следующая важная часть — насос. Этот элемент регулирует внутренний напор воды. Из-за своих габаритов насос чаще всего устанавливается в отдельном помещении. Это может быть подвал, цокольный этаж и даже отдельное одноэтажное здание-пристройка.
3. Дополнительный резервуар для воды. Основное назначение — обеспечить бесперебойный доступ к воде в случае возникновения непредвиденной ситуации, к примеру, если доступ к системе будет перекрыт, забьются трубы или возникнут проблемы с подачей жидкости. Следует внимательно следить за тем, чтобы они всегда были наполнены.

4. Пульт управления обеспечивает доступ к автоматическим системам, насосу и сигнализации. Для максимальной надежности можно установить комбинированную систему, чтобы автоматика не подвела в самый ответственный момент и можно было вручную управлять системой без потери качества и времени.

5. Пожарный ствол. Количество зависит от параметров и архитектурных особенностей здания. Разные модели стволов могут иметь конструктивные особенности. Краны ВПВ должны располагаться в отдельных шкафчиках [3].

Рассмотрим проблемы обеспечения работоспособности на всем сроке эксплуатации.

Первый, основной недостаток систем ВПВ - ненадлежащее техническое обслуживание, которое приводит к неудовлетворительному состоянию, в первую очередь, насосных агрегатов и автоматики, управляющей насосными агрегатами, а также электрозадвижкой на байпасной линии водомерного узла (при наличии таковой).

Вторая ситуация, приводящая к неработоспособности системы ВПВ — несанкционированные сработки насосной установки. Основная причина возникновения данной проблемы — это несанкционированное нажатие на кнопки дистанционного пуска, которые установлены в шкафах с пожарными кранами (наиболее часто страдают от таких действий общеобразовательные учреждения).

Проанализируем, по каким причинам люди не используют внутренний противопожарный водопровод при возникновении возгорания.

Использование внутреннего противопожарного водоснабжения для тушения пожаров может быть ограничено по нескольким причинам:

1. Неосведомленность. Многие люди не знают, как правильно использовать систему ВПВ, или не осведомлены о ее существовании.

2. Страх и паника. В стрессовой ситуации, такой как пожар, люди могут терять способность адекватно реагировать и принимать решения, что может привести к игнорированию доступных средств тушения.

3. Неисправности системы. Если система ВПВ не обслуживалась или была повреждена, она может оказаться неработоспособной в необходимый момент.

4. Недостаток времени. В случае быстрого распространения огня у людей может не быть времени на использование ВПВ, и они могут предпочесть покинуть здание.

5. Отсутствие доступа. В некоторых случаях доступ к системе ВПВ может быть затруднен из-за расположения или блокировки.

6. Неправильная оценка ситуации. Люди могут недооценивать масштаб пожара и полагать, что они смогут справиться с ним самостоятельно без использования ВПВ.

7. Технические навыки. Не все знают, как правильно пользоваться пожарным краном [4].

8. Психологические барьеры. Некоторые люди могут считать, что тушение пожара — это задача профессиональных пожарных, и не предпринимать самостоятельных действий.

Все отмеченные факторы подчеркивают важность обучения и информирования людей о правильном использовании систем противопожарной безопасности.

Решить проблему обеспечения работоспособности на всем сроке эксплуатации возможно еще на этапе проектных работ путем совмещения двух насосных установок различных систем в одну насосную установку (совмещенная установка хозяйственно-питьевого и противопожарного водопровода). Такое решение позволяет сократить затраты на поставку и монтаж насосной установки, так как устанавливается одна система вместо двух. Соответственно, сокращаются затраты на техническое обслуживание.

Все насосные агрегаты совмещенной насосной установки, в свою очередь, находятся в работе в определенный период времени, согласно времени наработки каждого насоса в отдельности. Данная система работы установки позволяет избежать «прикипания» подвижных частей насосного агрегата, что довольно часто встречается на насосных агрегатах систем внутреннего противопожарного водоснабжения из-за длительного простоя насосного агрегата.

В шкафу управления насосной установки должно применяться два раздельных прибора, которые будут управлять одними и теми же насосными агрегатами, но в различных режимах работы: режиме хозяйственно питьевого водоснабжения и режиме «Пожар». В настоящий момент на российском рынке появились установки, способные выполнить данные требования.

Для обеспечения безопасного использования внутреннего противопожарного водоснабжения при возникновении возгорания, необходимо следовать нескольким рекомендациям:

1. Обучение и тренировки. Необходимо регулярно проводить обучение сотрудников и жителей зданий по правилам пользования системой ВПВ; организовывать практические тренировки по тушению пожаров с использование ВПВ.

2. Информирование. Необходимо разработать инструкции по использованию ВПВ и разместить их в видимых местах; убедиться, что информация доступна на нескольких языках, если это необходимо.

3. Регулярные проверки и техническое обслуживание [5], [6]. Необходимо обновлять оборудование по мере необходимости.

4. Создание четких планов эвакуации. Необходимо разработать и разместить планы эвакуации, которые включают расположение ВПВ; убедиться, что все знают, как добраться до ближайшего выхода и к системе ВПВ.

5. Снижение паники. Для этого необходимо обучать людей, как сохранять спокойствие в экстренных ситуациях; применять методы управления стрессом и паникой.

6. Доступность оборудования. Доступ к ВПВ не должен быть заблокирован мебелью или другими предметами. Оборудование должно быть размещено так, чтобы его было легко найти в экстренной ситуации.

7. Использование защитной экипировки. Люди должны уметь использовать защитные средства (например, перчатки и маски), если это необходимо.

8. Психологическая подготовка. Люди должны знали, как действовать в случае реальной угрозы.

Следуя этим рекомендациям, можно значительно повысить безопасность использования внутреннего противопожарного водоснабжения и уменьшить риски при возникновении возгорания.

Внутренний противопожарный водопровод — это важный элемент системы безопасности, который помогает минимизировать последствия пожаров и защищает жизни людей. Правильное проектирование, установка и регулярное обслуживание ВПВ являются ключевыми факторами его эффективности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жучков В.В. Противопожарное водоснабжение. М.: Академия ГПС МЧС России, 2016. 298 с.

2. Бубнов В.Б. Системы внутреннего противопожарного водоснабжения. Чем обусловлен выбор варианта схемы? (Опубл. на сайте https://portal.edufire37.ru/) (дата обращения 30.09.2024)

3. СП 10.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Нормы и правила проектирования.

4. Бубнов В.Б. А мог бы спасти… Или как правильно пользоваться пожарным краном (Опубл. на сайте https://portal.edufire37.ru/) (дата обращения 30.09.2024)

5. Правила противопожарного режима в Российской Федерации, утв. постановлением Правительства РФ № 1479 от 16.09.2020.

6. ГОСТ Р 59643 Внутреннее противопожарное водоснабжение. Руководство по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту. Методы испытания на работоспособность.

УДК 614.849

А. А. Осмоловская, А. А. Лазарев, В. Ю. Емелин, Р. А. Солдатов, О. Е. Сторонкина, О. С. Романова, С. К. Редков
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РЕГЛАМЕНТАЦИЯ И СТРУКТУРИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПО ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Авторами проведен анализ возможностей совершенствования подходов к регулированию отношений между заказчиком и подрядчиком при разработке специальных технических условий по пожарной безопасности, выработаны предложения и намечены перспективы дальнейшего развития данного направления.

Ключевые слова: пожарная безопасность, специальные технические условия, нормативный документ.

A. A. Osmolovskaya, A. A. Lazarev, V. Yu. Emelin, R. A. Soldatov, O. E. Storonkina, O. S. Romanova, S. K. Redkov

REGULATION AND STRUCTURING OF SPECIAL TECHNICAL CONDITIONS FOR FIRE SAFETY

The authors analyzed the possibilities of improving approaches to regulating relations between the customer and the contractor in the development of special technical conditions for fire safety, developed proposals and outlined prospects for further development of this area.

Keywords: fire safety, special technical conditions, regulatory document

Разработка специальных технических условий (далее – СТУ) по пожарной безопасности (далее – ПБ) должна быть регламентирована в части содержания и оформления этого нормативного документа по пожарной безопасности. Двойные толкования и различные неточности могут приводить к разногласиям и неудобствам в применении СТУ. Такое положение дел невыгодно как инспектору, так и заказчику разработки СТУ [1-5].

Для упорядочения подходов к созданию СТУ должны быть определены их структура и оформление [1]. СТУ должны быть напечатаны на одной стороне листа. Текст СТУ должен быть разделен на разделы с порядковыми номерами. Разработчиком СТУ определяется состав и содержание разделов в соответствии с техническим заданием. Разделы могут иметь подразделы с номерами, состоящими из номера раздела и подраздела. Пункты и подпункты могут быть нумерованы в пределах раздела или подраздела. Внутри пунктов и подпунктов могут быть перечисления с новой строки и абзацным отступом.

© Осмоловская А. А., Лазарев А. А., Емелин В. Ю., Солдатов Р. А., Сторонкина О. Е., Романова О. С., Редков С. К., 2024

Перечисления могут быть детализированы с использованием арабских цифр и скобок. Это очень важно для указания точной ссылки при составлении документации инспектором по результатам контрольного (надзорного) мероприятия.

Требования к тексту СТУ:

- текст должен быть кратким, четким и однозначным;
- используются термины и обозначения, установленные нормативными документами по пожарной безопасности или общепринятые в научно-технической литературе.

В начале XXI века разработчики СТУ очень часто делали многостраничный труд. Объем текста увеличивался за счет перепечатывания текста нормативных документов. Очевидно отсутствие необходимости подобного дублирования. Требование к лаконичности СТУ должно быть нормативно закреплено.

Запреты [1] в тексте СТУ должны устанавливаться следующие:

- не допускать использование разговорной речи, техницизмов, профессионального жаргона;
- не применять синонимы и иностранные слова при наличии равнозначных русских слов и терминов;
- не допускать произвольное словообразование и сокращения, кроме установленных правилами русской орфографии и стандартами;
- не сокращать обозначения единиц измерения без цифр, за исключением таблиц и расшифровки формул;
- не использовать математические знаки без числовых значений, а также знаки (№ и %);
- не приводить ссылки на конкретные материалы и оборудование и организации их разработчиков.

Правила использования условных обозначений в СТУ[1]:

- условные обозначения должны соответствовать законодательству и стандартам;
- перед обозначением параметра необходимо давать его пояснение;
- в СТУ следует использовать стандартизованные единицы физических величин;
- при необходимости в скобках указываются единицы ранее применявшихся систем;
- не допускать использование разных систем обозначения в одном документе;
- единицы физических величин не должны отделяться от числовых значений, за исключением таблиц;
- при указании наибольших или наименьших значений следует использовать словосочетания «должно быть не более (не менее)»;
- при указании допустимых отклонений от норм следует использовать словосочетания «не должно быть более (менее)».

Четкая регламентация подходов к написанию СТУ помогут разработчикам правильно оформить необходимую документацию, избежать ошибок и неуместных манипуляций при их использовании при эксплуатации объекта.

Унификация подходов к оформлению разделов и подразделов СТУ позволят в перспективе автоматизировать проверку на этапе подачи заявления через портал «Государственные услуги», снизить нагрузку на инспекторский состав и избежать увеличения сроков рассмотрения СТУ за счет переписки в целях устранения выявляемых недостатков. Предлагаемый вариант структуры СТУ представлен на рисунке.

Рисунок. Структура СТУ по ПБ [2]

В рамках проводимого исследования были опрошены эксперты о содержании СТУ [2]. Анализ ответов экспертов на вопросы анкеты показал следующее.

Эксперты разделились во мнениях о необходимости включения раздела «Общие положения» в структуру СТУ: 64 % за подробное описание, 36 % за краткое.

Мнения экспертов о необходимости уточнения номера пункта нормативного документа при отступлениях от него разделились: 57 % за, 43 % против.

Большинство экспертов (79 %) считают, что СТУ должны распространяться на определенную группу объектов, 21 % были против, так как считали необходимым разрабатывать для каждого здания СТУ в отдельности.

Эксперты (79 %) согласны с необходимостью перечисления лиц, ответственных за достоверность данных в СТУ, 14 % предлагают указать это в другом разделе, 7 % не видят в этом необходимости.

Опрос показал, что большинство экспертов (50 %) предпочитают соблюдать установленные требования без дополнительных уточнений, 43 % предлагают подробное описание дефиниций, 7 % не видят в этом необходимости.

Мнения экспертов разделились при выборе названия для раздела про систему обеспечения ПБ объекта: 64 % выбрали систему обеспечения ПБ объектов защиты, 22 % — требования к инженерным системам противопожарной защиты, 14 % — требования к системе обеспечения ПБ объекта.

При выборе названия подраздела по тематике обеспечения ПБ людей в разделе «Компенсирующие мероприятия и дополнительные требования пожарной безопасности» эксперты остановились на двух вариантах: 43 % выбрали «Требования ПБ к эвакуационным путям и выходам», 57 % — «Эвакуация людей при пожаре и объемно-планировочные решения».

Эксперты предложили различные варианты названий для противопожарного водоснабжения: «Требования ПБ к системам внутреннего и наружного противопожарного водоснабжения» и «Наружный и внутренний противопожарный водопровод».

Для противодымной защиты мнения разделились: 8 экспертов выбрали «Требования ПБ к системам вентиляции и противодымной защиты», 6 экспертов — «Системы отопления, вентиляции и кондиционирования. Система противодымной защиты».

Для деятельности пожарной охраны мнения разделились: 7 экспертов выбрали «мероприятия по обеспечению деятельности пожарных подразделений», 6 экспертов — «требования ПБ к генеральному плану. Деятельность подразделений пожарной охраны», 1 эксперт не видит необходимости в данном разделе.

Регламентация содержания и оформления СТУ позволит повысить прозрачность процедуры согласования данного документа. Нормативно закрепленный подход к оформлению документации необходим для исключения ошибок и манипуляций. Унификация разделов и подразделов открывает в перспективе возможности для автоматизации проверки СТУ на этапе подачи заявления, что позволит добиться снижения нагрузки на инспекторов и снизить

коррупциогенность согласовательной процедуры, а также добиться сокращения сроков рассмотрения СТУ за счет уменьшения документооборота.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный сайт Росстандарта [Электронный ресурс]. – Режим доступа:https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/activity/standardization/notification/notificationssetrules?portal:isSecure=true&navigationalstate=JBPNS_rO0ABXdjAAZsZW5ndGgAAAABAAIxMAAGYWN0aW9uAAAAAQAMbm90aWZpY2F0aW9uAAJpZAAAAAEABiA2MzQ4MAAEcGFnZQAAAAEAATAABXN0YXRlAAAAAQAGQUNUVUFMAAdfX0VPRl9f&portal:componentId=5bb1aa96-ad4f-4e66-afe1-a7d403577940

2. Меликян М.Л. [и др.] Модель совершенствования специальных технических условий по пожарной безопасности // Современные проблемы гражданской защиты. 2024. № 2 (51). С. 65-73. - EDN: MEDQMT

3. Липинская А.А. [и др.] Анализ судебной практики приведения в пожаробезопасное состояние торговых центров // В сборнике: Современные пожаробезопасные материалы и технологии. сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. Иваново, 2023. С. 254-257. - EDN: OPEJFE

4. Романова О.С. [и др.] Пожарная опасность объектов надзора на основе анализа обстановки с пожарами в Ивановской области в 2022 году // В сборнике: Современные пожаробезопасные материалы и технологии. Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. Иваново, 2023. С. 347-351. - EDN: RXCHMG

5. Якупова Э.Ф. [и др.] О пожарной безопасности деревянных конструкций // В сборнике: Современные пожаробезопасные материалы и технологии. Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. Иваново, 2023. С. 561-565. - EDN: QVITEA

УДК 614.8

Н. М. Панев, Д. В. Сорокин, В. А. Комельков
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ: АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

В статье обосновывается актуальность исследования пожарной опасности текстильных материалов различного назначения, в том числе разработке негорючих тканей с улучшенными эксплуатационными характеристиками. Описываются ключевые показатели пожарной опасности текстильных материалов

Ключевые слова: пожарная опасность, текстильные материалы, воспламеняемость, горючесть, кислородный индекс.

© Панев Н. М., Сорокин Д. В., Комельков В. А., 2024

N. M. Panev, D. V. Sorokin, V. A. Komelkov

FIRE HAZARD OF TEXTILE MATERIALS: ANALYSIS OF THE PROBLEM AND SOLUTIONS

The article substantiates the relevance of the study of the fire hazard of textile materials, which are widely used in various fields of human activity. The definition of the concept of «fire hazard of textiles» is given, the key indicators influencing the behavior of the material in case of fire are described. Special attention is paid to the development of non-flammable fabrics with improved performance characteristics. Compliance with fire safety norms and standards when using textiles is called an important measure to create safer living conditions.

Key words: fire hazard, textile materials, flammability, combustibility, oxygen index.

В современном мире текстильные материалы широко используются в различных сферах деятельности человека, включая строительство, производство одежды и мебели, автомобильную промышленность и другие. Их популярность обусловлена разнообразием видов, доступной ценой и хорошими эксплуатационными характеристиками. Однако, как и многие другие материалы, текстиль является горючим. Поэтому актуальность разработки и внедрения эффективных методов оценки и снижения пожарной опасности текстильных изделий возрастает с каждым годом.

Актуальность темы пожарной опасности текстильных материалов обусловлена следующими факторами:

1. Разнообразие видов текстиля. Существует множество видов текстильных материалов, которые различаются по составу, структуре и свойствам. Это усложняет оценку их пожарной опасности.

2. Широкое применение. Текстиль используется в различных сферах деятельности человека, при этом пожаробезопасной альтернативы текстильным материалам с похожими эксплуатационными свойствами не существует.

3. Сложность оценки пожарной опасности. Оценка пожарной опасности текстильных материалов является сложной задачей, требующей учёта множества факторов, таких, как назначение, происхождение волокон, структура, условия эксплуатации.

Таким образом, разработка эффективных методов оценки пожарной опасности, а также пожаробезопасных текстильных материалов является актуальной задачей, требующей проведения комплекса научных исследований.

Для качественной оценки пожарной опасности текстильных материалов необходимо учитывать их классификацию. Текстильные материалы принято различать:

по происхождению: естественные текстильные материалы (сюда входят ткани, изготовленные из волокон растительного или животного происхождения

– хлопок, лен, шерсть, шелк); синтетические текстильные материалы (волокна, созданные искусственным способом, например, полиэстер, нейлон, акрил).

по предназначению:

– одежда: текстильные материалы, использующиеся в производстве одежды, как правило, находятся в непосредственном контакте с телом человека;

– мебель: ткани, используемые в обивке и текстиле для мебели, требуют дополнительных требований по пожарной безопасности;

– текстиль для интерьеров: шторы, покрывала и другие интерьерные элементы также имеют свои нормы пожарной безопасности;

– ткани спецназначения или технические ткани: материалы изготовленные по определенной (регламентированной) технологии, имеющие конкретные технические характеристики и предназначенные для выполнения ряда задач (одной или нескольких одновременно), как в качестве компонентов систем, конструкций и изделий, так и при самостоятельном использовании;

В рамках исследования пожароопасных свойств текстильных материалов необходимо рассматривать комплекс факторов, определяющих их поведение при воздействии опасных факторов пожара. К ключевым показателям пожарной опасности относятся горючесть, огнестойкость и воспламеняемость.

Горючесть характеризует способность материалов поддерживать горение при определенных условиях. Однако этот термин не полностью отражает сложность поведения материала при воздействии открытого пламени.

Огнестойкость оценивает способность материалов сохранять свои эксплуатационные характеристики в условиях пожара в течение определенного времени.

Воспламеняемость характеризует способность текстильных материалов загораться и поддерживать горение при определенных условиях (давлении, температуре, концентрации окислителя). Она оценивается по таким параметрам, как температура воспламенения, кислородный индекс и время зажигания материала [1, 2].

Температура воспламенения — это минимальная температура, при которой образец текстильного материала воспламеняется и поддерживает самостоятельное горение в течение 3 минут.

Кислородный индекс (КИ) показывает, при какой минимальной концентрации кислорода в кислородо-азотной смеси материал воспламеняется и поддерживает горение в течение 3 минут или прогорает по длине не менее 5 см. КИ текстильных материалов изменяется в диапазоне от 16 до 26 %. К трудносгораемым материалам относятся такие, кислородный индекс которых составляет более 27 %.

Время зажигания материала оценивается временем, в течение которого материал не загорается под действием источника тепловой энергии.

Усредненной величиной показателя пожарной опасности для каждого вида волокон является температура их самовоспламенения.

Температура самовоспламенения – это самая низкая температура вещества, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций, заканчивающихся пламенным горением. Самовоспламенение возможно, если количество тепла, выделяемое в процессе окисления, превышает отдачу теплоты в окружающую среду.

Температура самовоспламенения снижается под воздействием таких факторов, как объем смеси, состав смеси (по мере приближения к стехиометрическому составу), давление (с повышением давления).

Температура самовоспламенения текстильных материалов из природных полимеров составляет 250–450 °С. Измельчение твердого вещества сопровождается увеличением в нем содержания кислорода, что приводит к снижению температуры самовоспламенения [3, 4].

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что пожарная опасность текстильных материалов — это сложная и многогранная проблема, которая требует системного подхода к ее решению. Современные технологии позволяют разрабатывать пожаробезопасные текстильные материалы, однако на практике существует необходимость постоянного контроля и оценки целого ряда показателей.

Важными мерами для повышения пожарной безопасности текстиля являются:

– разработка новых текстильных материалов, негорючих тканей с заданными эксплуатационными характеристиками;

–четкое соблюдение требований действующий стандартов и проведение сертификации текстильных изделий.

Значение текстильных материалов в современной жизни трудно переоценить. Оценка их пожарной опасности и реализация мер по её снижению способствуют созданию более безопасных условий для жизнедеятельности и трудовой деятельности человека. Понимание и соблюдение норм и стандартов пожарной безопасности является критически важным для предотвращения трагических последствий и обеспечения защиты как людей, так и их имущества от воздействия огня.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.1.044-2018. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.

2. ГОСТ Р 50810-95. Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. Метод испытания на воспламеняемость и классификация.

3. Сорокин Д.В. Разработка подходов к определению пожарной опасности текстильных материалов / Д.В. Сорокин, И.А. Роммель, А.Л. Никифоров, О.Г. Циркина, С.Н. Ульева, Л.В. Шарнина // Пожарная и аварийная безопасность: материалы Международной научно-практической конференции – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия. 2019. №1. С. 81-89.

4. Сорокин Д.В. Оценка влияния влаги на теплозащитные характеристики пакета материалов боевой одежды пожарного / Д.В. Сорокин, А.Л. Никифоров, Н.М. Панев // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: материалы Всероссийской научно-практической конференции – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2022. С. 391-395.

УДК 355.588

В. А. Пеленев, А. Н. Иванов, А. А. Третьяков
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ТЕКУЩИЙ АНАЛИЗ И ОСНОВНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ТРАВМАТИЗМА И ГИБЕЛИ ПОЖАРНЫХ

В статье рассмотрены вопросы предупреждения травматизма и гибели пожарных, предложены рекомендации. Представлен анализ, который показывает, что основные обстоятельства, которые привели к гибели и травмированию личного состава МЧС России в рабочее время, связаны с дорожно-транспортными происшествиями.

Ключевые слова: пожарная безопасность, МЧС России, происшествия, гибель и травматизм, чрезвычайные ситуации.

V. A. Pletnev, A. N. Ivanov, A. A. Tretyakov

CURRENT ANALYSIS AND MAIN RECOMMENDATIONS FOR THE PREVENTION OF INJURIES AND DEATHS OF FIREFIGHTERS

The article discusses the issues of preventing injuries and deaths of firefighters, and offers recommendations. The analysis is presented, which shows that the main circumstances that led to the death and injury of personnel of the Ministry of Emergency Situations of Russia during working hours are related to road accidents.

Key words: fire safety, Ministry of Emergency Situations of Russia, accidents, deaths and injuries, emergencies.

Охрана труда является одним из приоритетных направлений деятельности МЧС России. Это связано с тем, что безопасность и здоровье сотрудников играют важную роль в их работе. Задача руководителей всех уровней и ответственных за охрану труда лиц — снизить количество несчастных случаев и травм среди личного состава при исполнении служебных обязанностей.

© Пеленев В. А., Иванов А. Н., Третьяков А. А., 2024

За последние пять лет Главное управление пожарной охраны проанализировало данные о травматизме и гибели сотрудников МЧС. За этот период произошёл 1001 несчастный случай, в результате которых погибло 68 человек. В 2023 году количество несчастных случаев составило 203, что на 2 % больше среднегодового значения за пятилетний период. Однако количество погибших снизилось на 43 % по сравнению со среднегодовым значением [1].

Основная причина таких инцидентов, приводящих не только к получению травм, но и к гибели сотрудников, – дорожно-транспортные происшествия (ДТП). В связи с этим всем руководителям на местах необходимо уделять должное внимание профилактическим мерам по предотвращению (снижению) травматизма и гибели личного состава в результате ДТП [2].

Анализ, проведённый за 2023 год, показал, что основные обстоятельства, которые привели к гибели и травмированию личного состава МЧС России в рабочее время, связаны со следующими видами деятельности [3]:

– тушение пожаров и проведение аварийно-спасательных работ — 34 %;

– служебная деятельность, не связанная с выполнением основных задач — 34 %;

– проведение спортивно-массовых мероприятий — 16,7 %;

– отработка нормативов (зачёты) — 10,8 %;

– следование на службу и со службы — 4,4 %.

Помимо непредвиденных ситуаций, возникающих при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ (этот тип происшествий остаётся наиболее сложным для предотвращения из-за приоритетности выполнения основных задач), важно выделить ключевые причины травм среди сотрудников.

Они включают в себя:

– пробелы в обучении безопасным методам работы;

– недостаточную организацию оперативной и административной работы, учений и спортивных мероприятий;

– неосторожность самих пострадавших.

В 2023 году в нескольких регионах России произошли несчастные случаи, в результате которых погибли сотрудники МЧС России при исполнении служебных обязанностей. Анализ причин и обстоятельств этих происшествий показывает, что гибель и травматизм личного состава часто происходят из-за недостаточной подготовленности руководящего состава и подразделений ФПС [4].

Пожарные служат на передовой в борьбе с огненными стихиями, рискуя своими жизнями ради спасения людей и защиты имущества [5]. Несмотря на высокую подготовку и использование современного оборудования, работа пожарных остается одной из самых опасных профессий [6]. Поэтому крайне важно принимать меры, направленные на снижение гибели и травматизма в этой сфере [7]. Рассмотрим ключевые действия, которые помогут улучшить безопасность пожарных:

1. Обучение и подготовка. Одним из ключевых факторов, влияющих на безопасность пожарных, является качественное обучение [8]. Регулярные тренировки и симуляции различных сценариев чрезвычайных ситуаций позволяют пожарным не только улучшить свои навыки, но и научиться действовать в условиях стресса [9]. Проведение регулярных учений: учения должны охватывать различные виды пожаров, включая техногенные и лесные, а также специальные ситуации, такие как спасение людей из завалов. Знание основ первой помощи и оказания медицинской помощи может спасти жизнь не только пожарным, но и пострадавшим.

2. Современное оборудование [10]. Современное оборудование играет критическую роль в обеспечении безопасности пожарных. Это касается как защитной экипировки, так и средств тушения. Использование современных материалов, устойчивых к высоким температурам и огню, может существенно снизить риск ожогов и травм. Экипировка должна включать в себя шлемы, защитные костюмы, перчатки и обувь. Использование датчиков, камер и других технологий для мониторинга ситуации на месте происшествия помогает предотвратить несчастные случаи [11].

3. Психологическая поддержка. Работа пожарного связана с высоким уровнем стресса и эмоциональной нагрузки [12]. Психологическая поддержка играет важную роль в сохранении здоровья и безопасности сотрудников. Регулярные встречи с психологами помогут пожарным справляться с посттравматическим стрессом. Имеет значение создание поддерживающей среды, важно, чтобы в коллективе царила атмосфера взаимопомощи и поддержки [13].

4. Организация работы. Эффективная организация работы может существенно снизить риски, с которыми сталкиваются пожарные. Разработка и соблюдение четких протоколов на случай различных чрезвычайных ситуаций способствуют снижению хаоса и повышению безопасности [14]. Слаженные действия команды позволяют быстро реагировать на изменения ситуации и минимизировать риски.

5. Анализ и обучение на ошибках. Необходимо проводить анализ каждого случая травматизма или гибели пожарных. Это поможет выявить слабые места в подготовке и организации работы [15]. Создание базы данных инцидентов, систематизация информации о произошедших инцидентах позволит выявить общие причины и разработать меры по их предотвращению. На основе анализа ошибок можно проводить семинары по улучшению работы и безопасности [16].

Таким образом, снижение гибели и травматизма пожарных – задача, требующая комплексного подхода. Инвестиции в обучение, современное оборудование, психологическую поддержку и эффективную организацию работы помогут создать более безопасные условия для тех, кто рискует своей жизнью ради спасения других. Важно помнить, что безопасность пожарных – это не только их личная ответственность, но и ответственность всего общества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гибель на пожарах: статистика, анализ и основные показатели // Клуб пожарных и спасателей. – Режим доступа: https://fire- man.club/statyi-polzovateley/gibel-na-pozharax (дата обращения 20.07.2024).

2. Третьяков А.А. Инновационные пути обучения и подготовки спасательных подразделений МЧС России в условиях Арктики // Личность и деятельность преподавателя в условиях цифровой трансформации: материалы всероссийской научно-практической конференции. – Красноярск, 2023. – С. 299-304.

3. Копылов, Н.П. Научные разработки в области обеспечения охраны труда, сокращения гибели и травматизма личного состава Государственной противопожарной службы при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ / Н.П. Копылов. – Режим доступа: http://www.0- 1.ru/articles/ showdoc.asp?dp=66 (дата обращения: 10.01.2024).

4. Третьяков А.А. Перспективы развития пожарной техники, применяемой для ведения пожарно-спасательных операций и разведки в условиях повышенной опасности и в ограниченном пространстве // Научно-исследовательские публикации. – 2023. – № 3/2023. – С. 82 – 84.

5. Сапа, Ю. Медицина и жизнь. Обозрение. – Режим доступа: http:// www.pereplet.ru/med/699.html (дата обращения: 11.08.2024).

6. Бесков М.С. и др. Психологические аспекты профессиональной подготовки спасателей МЧС России для Арктики // Рефлексия. – 2024. – № 1/2024. – С. 40 – 44.

7. Фаустов С. А. Эргономический подход к выбору средств индивидуальной защиты органов дыхания (НИИОТ СПб). – Режим доступа: http://www.niiot.ru/article/article20.htm.

8. Руднев Е.В. и др. 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.

9. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: информ.- аналитич. сб. П 46 Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России. – 2023. – 80 с.

10. Сабоненков Д.А.и др. Систематизация знаний по вопросам обеспечения пожарной безопасности полярных антарктических станций в структуре МЧС России // Рефлексия. – 2023. – № 5/2023. – С. 109 – 110.

11. Папырин В.В. и др. Обоснование системы критериев и методик отбора специалистов МЧС России для обеспечения профессиональной деятельности // Массовая физическая культура: проблемы и пути решения. Сборник Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 40-летию образования кафедры теории и методики массовой физкультурно-оздоровительной работы НГУ им. П.Ф. Лесгафта. Санкт-Петербург, 2023. С. 53-57.

12. Проценко Т.В. и др. Реализация комплексного подхода к спасательным работам МЧС России в Арктике // Рефлексия. – 2023. – № 6/2023. – С. 25 – 28.

13. Папырин В.В. и др. Перспективы деятельности МЧС России в минимизации последствий чрезвычайных ситуаций в Арктике // Научно-исследовательские публикации. – 2024. – № 1/2024. – С. 15 – 18.

14. Демьянов В.А. и др. Комплексный подход к безопасности и результативности деятельности подразделений МЧС России в Арктике // Научно-исследовательские публикации. – 2023. – № 6/2023. – С. 15 – 18.

15. Моисеев И.М. и др. Особенности организации спасательных работ в условиях низких температур // Современные мировые научные достижения в контексте глобальных вызовов: материалы II Международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2024. – С. 203 – 205.

16. Цой А.А. и др. Научные основы психофизиологической подготовки спасателей для Арктического региона // Актуальные вопросы профессиональной подготовки пожарных и спасателей: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции. – Иваново, 2024. – С. 56 – 61.

УДК 614.841.49

И. В. Пеньков
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Главное управление МЧС России по Ивановской области

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НАГРЕВА ПЕЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В статье рассмотрена проблема отсутствия требований пожарной безопасности по оборудованию печей в зданиях различного функционального назначения устройствами контроля перегрева поверхностей печей, приведен алгоритм реализации такого контроля.

Ключевые слова: контроль температуры, перегрев печей, печное оборудование

I. V. Penkov

DETERMINATION OF THE HEATING TEMPERATURE OF THE FURNACE EQUIPMENT

The article considers the problem of the lack of fire safety requirements for the equipment of furnaces in buildings of various functional purposes with devices for monitoring overheating of furnace surfaces, and provides an algorithm for the implementation of such control.

Keywords: temperature control, overheating of furnaces, furnace equipment

© Пеньков И. В., 2024

За 9 месяцев 2024 года на территории Российской Федерации по причине неисправности печного оборудования за 2024 год произошло 13589 пожаров, за аналогичный период 2023 года произошло 15188 пожаров, что составило уменьшение на 10,53 % [14].

На территории Российской Федерации имеется большое количество объектов защиты с печным отоплением. В основном печное отопление расположено в частных домах и банях, но также имеется в зданиях и помещениях различного функционального назначения, в том числе детских дошкольных и амбулаторно-поликлинических учреждениях.

Рисунок. Алгоритм контроля температуры нагрева печного оборудования

В настоящее время требования к максимальной температуре поверхности печей в результате ее топки (кроме чугунного настила, дверок и других металлических печных элементов) установлена сводом правил СП 7.13130 [1]. В соответствии с пунктом 5.4 [1] температура не должна быть больше: 90 °С — в помещениях детских дошкольных и амбулаторно-поликлинических учреждений, 110 °С — в других зданиях и помещениях на площади печи не более 15 % от общей площади поверхности печи, 120 °С — на площади печи не более 5 % от общей площади поверхности печи. Данные требования

установлены в целях недопущения перекала печей и предотвращения дальнейшего разрушения печей и (или) возникновения пожара путем перегрева и воспламенения находящихся рядом с печами строительных и отделочных материалов, а также предметов, находящихся в непосредственной близости от печей.

Несмотря на наличие требований пожарной безопасности по предельной температуре поверхностей печей и запрету перекаливать (перегревать) печи [2] в настоящее время в нормативно-правовых актах и нормативных документах Российской Федерации отсутствуют требования по оборудованию печей и теплогенерирующих устройств изделиями (устройствами) определяющими установленные предельные показания внешней температуры печей достигнутые в результате топки печного оборудования. На рисунке представлен предлагаемый алгоритм контроля температуры нагрева печного оборудования. В основе данного алгоритма лежит опыт математического моделирования на основе теории теплопереноса [4–13].

Требование по оборудованию печей устройствами для определения предельной температуры нагрева могло осуществляться в рамках осуществления лицензионной деятельности по монтажу, техническому обслуживанию и ремонту средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений в рамках осуществления вида деятельности на проведение трубо-печных работ, в рамках которых данные устройства устанавливались на печное оборудование, а также подлежали техническому обслуживанию. С 2017 года лицензия в области пожарной безопасности на проведение трубо-печных работ (устройства печей, каминов и т.д.) больше не требуется [3] и данный вид работ зачастую осуществляется организациями и (или) работниками, не имеющими специальных навыков и оборудования для проведения данного вида работ.

Отсутствие данного требования в области пожарной безопасности напрямую влияет на огромное количество пожаров в Российской Федерации по причине перекала (перегрева) и (или) неисправности печного оборудования. Данная причина пожаров приводит к огромному материальному ущерба и зачастую к полному уничтожению объектов пожара, так как печное отопление обычно расположено в деревянных строениях, а зачастую приводит и гибели людей от угарного газа, выделяемого в результате неисправных печей.

Вопросом измерения температуры перекала (перегрева) печей зачастую занимаются уже после произошедшего пожара для определения непосредственной причины и очага пожара. Определение места перекала печи дознавателями МЧС России обычно определяется визуально путем осмотра печного оборудования и (или) очага пожара, в очень редких случаях применяется метод ИК-спектроскопии для изучения рассыпчатых материалов, преимущественно цемента применяемого для кладки печей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Свод правил СП 7.13130 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности».

2. Российская Федерация. Законы. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации». [Утверждены Постановлением Правительства Российской Федерации от 16.09.2020 № 1479] – Москва.

3. Российская Федерация. Законы. Постановление Правительства РФ от 06.10.2017 № 1219 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам лицензирования отдельных видов деятельности». [Утверждены Постановлением Правительства Российской Федерации от 6.10.2017 г. № 1219] – Москва.

4. Лазарев А.А., Торопова М.В. Вероятностный подход к определению мест установки приборов вне малоэтажных зданий для обнаружения пожара. Материалы VII всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов». М.: ИПСА, 2020, С. 208-212 EDN: SIVVUI

5. Федосов С.В. [и др.] Мониторинг пожарной безопасности как средство дистанционного контроля. В сборнике: Современная наука: теория, методология, практика. Материалы III-ей Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. М.: Тамбов, 2021. 96-100 с. EDN: KNNXTD

6. Федосов С.В. [и др.] Определение основных параметров нагреваемого сегмента диска термочувствительного элемента специального строительного изделия для обнаружения пожара. Современные проблемы гражданской защиты. М.: ИПСА, 2022. № 2 (43). 115-122 с. EDN: OAOGZC

7. Лазарев А.А., Мальцев А.Н. О проблеме создания противопожарных преград для защиты от ландшафтных пожаров // Современные проблемы гражданской защиты. 2022. № 4 (45). С. 78-85. EDN: YOPCHY

8. Fedosov S., Vatin N. and others (2020) The Fire-Resistant Construction for Building Safety. In: Anatolijs B., Nikolai V., Vitalii S. (eds) Proceedings of EECE 2019. EECE 2019. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 70. Springer, Cham C. 319-327. EDN: WDRHXO

9. Федосов С.В. [и др.] Проблемы совершенствования мониторинга при строительстве малоэтажных жилых зданий // Приволжский научный журнал. 2020. № 2. С. 50-56 EDN: IWPAJY

10. Федосов С.В. [и др.] Противопожарный контроль соседних зданий при помощи сенсоров «умного дома» // Современные проблемы гражданской защиты. – 2020. – № 3 (36). – С. 125-135. EDN: RKOVKE

11. Федосов С.В. [и др.] Модель оценки на нормативно-техническом совете возможности внедрения новых строительных материалов Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Материалы. Конструкции. Технологии. 2020. № 4. С. 14-25 EDN: JIPRVT

12. Федосов С.В. [и др.] О проблеме совершенствования строительных изделий, обеспечивающих пожарную безопасность малоэтажных зданий. Строительные материалы. 2021. № 3. С. 57-63. EDN: LKEWWT

13. Мальцев А.Н. [и др.] Теплоперенос в стеклопластике, используемом для создания устройства в целях предотвращения распространения ландшафтного пожара // ISTS «EESTE-2024». Москва, 2024. С. 138-141. EDN: OMTCAU

14. Электронная база данных учета пожаров и их последствий «СтатПож 2009»/разработчик ВНИИ ПО МЧС России. – Загл. с титул. экрана. – Электронная программа: электронная.

УДК 614.841.3

Н. В. Перегудова, А. Г. Фирсов, М. В. Загуменнова, Т. А. Чечетина
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ПОМЕЩЕНИЯ ЭЛЕКТРОЩИТОВЫХ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЩИТОВ — «ИСТОЧНИК ПОВЫШЕННОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ»

Статья посвящена рассмотрению отдельных вопросов пожарной безопасности электрических распределительных щитов. Рассмотрена правоприменительная практика отнесения помещений электрощитовых и иных помещений с электрическими распределительными щитами к источникам повышенной опасности. Определены возможные критерии отнесения данных помещений к источникам повышенной пожарной опасности на критически важных объектах.

Ключевые слова: источник повышенной опасности, правоприменительная практика, пожарная безопасность, электрощитовая, электрический распределительный щит, причина пожара.

N. V. Peregudova, A. G. Firsov, M. V. Zagumennova, T. A. Chechetina

PREMISES OF SWITCHBOARDS AND SWITCHBOARDS ARE A «SOURCE OF INCREASED FIRE DANGER»

The article is devoted to the consideration of certain issues of fire safety of electrical switchboards. The law enforcement practice of classifying premises, electrical switchboards and other premises with electrical switchboards as sources of increased danger is considered. Possible criteria for classifying these premises as sources of increased fire danger at critical facilities are determined.

Key words*:* source of increased danger, law enforcement practice, fire safety, switchboard, electrical switchboard, cause of fire.

В настоящее время действующее законодательство Российской Федерации не содержит четкого толкования понятия «источник повышенной опасности» (далее — ИПО) и данный фактор в правоприменительной практике носит оценочный характер. Однако ст. 1079 ГК РФ [1] приводит примерный

© Перегудова Н. В., Фирсов А. Г., Загуменнова М. В., Чечетина Т. А., 2024

перечень видов деятельности, которые обладают повышенной опасностью для окружающих, и как следствие, применение источников в такой деятельности можно отнести к разряду повышенной опасности. В приведенный перечень включена и деятельность, связанная с электрической энергией высокого напряжения.

Согласно правовой позиции, изложенной в пункте 18 постановления Пленума Верховного Суда Российской Федерации от 26 января 2010 г. № 1 [5], вред считается причиненным ИПО, если он явился результатом его действия или проявления его вредоносных свойств. Из этого следует, что ИПО следует признать любую деятельность, осуществление которой создает повышенную вероятность причинения вреда из-за невозможности полного контроля за ней со стороны человека, а также деятельность по использованию, транспортировке, хранению предметов, веществ и др. объектов производственного, хозяйственного или иного назначения, обладающих такими же свойствами. Учитывая, что названная норма не содержит исчерпывающего перечня ИПО, суд, принимая во внимание особые свойства предметов, веществ или иных объектов, используемых в процессе деятельности, вправе признать в качестве ИПО также иную деятельность, не указанную в данном перечне. При этом надлежит учитывать, что вред считается причиненным ИПО, если он явился результатом его действия или проявления его вредоносных свойств. Иначе говоря, для применения правила, содержащегося в ст. 1079 ГК РФ [1], необходимо установить причинно-следственную связь между возникновением вреда и проявлением характерной (специфической) вредоносности соответствующего объекта при его эксплуатации. По мнению авторов, отнесение тех или иных объектов к ИПО зависит, как минимум, от двух признаков: вредоносного свойства ИПО и невозможности полного контроля за ИПО со стороны человека.

В соответствии с нормативными документами [6] низковольтное электрическое оборудование — это оборудование у которого номинальное напряжение (за исключением импульсного напряжения искрового разряда) на входе и выходе не превышает 1000 В переменного тока и 1500 В постоянного тока. К данному низковольтному электрическому оборудованию относятся: электрогенераторы, трансформаторы тока и напряжения, тяговые электродвигатели, КПТВ и КРУ, системы контроля и измерения параметров электричества.

Таким образом, при отнесении помещений электрощитовых, а также электрического оборудования (электрощиты, электрошкафы, распределительные устройства и т.д.), к ИПО в пожарном отношении следует руководствоваться требованиями пожарной безопасности, предъявляемыми к оборудованию специализированного помещения и требованиями к эксплуатации данного оборудования с учетом положений ГК РФ, где содержится отсылочная норма на связь источника с деятельностью, создающую повышенную опасность для окружающих.

По данным официальной статистики [3, 4] основными причинами пожаров в электрощитовых являются: аварийный режим работы электрического оборудования и сетей вследствие короткого замыкания (60,5 %) и аварийный режим работы электрического оборудования и сетей вследствие большого переходного сопротивления (18,7 %). Для пожаров в распределительных щитах наиболее характерными причинами являются: аварийный режим работы электрического оборудования и сетей вследствие короткого замыкания (74,5 %) и аварийный режим работы электрического оборудования и сетей вследствие перегрузки (6,8 %). В свою очередь, причиной любого аварийного режима являются грубые нарушения нормативных требований (правил) при монтаже и эксплуатации электрооборудования, и перегрузка электросети вследствие превышения разрешенной мощности.

Поскольку электрическая подстанция функционирует при высоком опасном для жизни людей напряжении электрической энергии, то такая деятельность (эксплуатация) электрической подстанции по использованию электрической энергии является ИПО [2]. В другом процессуальном документе подтверждается довод о том, что, к примеру, аварийный режим работы бытовой электрической сети напряжением 220 вольт не относится к ИПО в силу тех же упомянутых выше положений ст. 1079 ГК РФ.

Правоприменителю зачастую бывает трудно апеллировать характеристиками, имеющими размытую формулировку, поэтому необходимо с учетом привлечения специалистов различных отраслей научного знания проработать данный вопрос, нормативно обустроить и закрепить терминологический аппарат рассматриваемой предметной области в нормативных документах.

С этой целью авторами был осуществлен анализ мнений отдельных федеральных органов исполнительной власти и организаций в части подхода отнесения помещений электрощитовых и сопутствующего электрооборудования к ИПО. Проведенный анализ показал, что разночтение подходов обусловлено отсутствием правовой регламентации понятия ИПО и, соответственно, критериев, наличие которых помогло бы идентифицировать и отнести конкретный объект к ИПО. В большинстве своем мнения специалистов сводятся к единому выводу о том, что при соблюдении требований и проведения регламентных работ, своевременной замене узлов и агрегатов, объект не будет являться ИПО. При этом критерий минимизации (вероятности возникновения пожара и последствий от него) не может быть единственным критерием отнесения рассматриваемых объектов к ИПО. ФГБУ ВНИИПО МЧС России и Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) считают, что, несмотря на значительную защищенность электрощитовых и рассматриваемого электрооборудования, в отдельных случаях они могут быть отнесены к ИПО. Данный довод был основан на том факте, что ИПО напрямую связан с объектами повышенной опасности и как следствие с деятельностью, обладающей повышенной

опасностью для окружающих. В основном это касается критически важных и опасных производственных объектов таких отраслей промышленности как атомная, химическая, авиационная, судостроительная, космическая, а также ядерного оружейного комплекса.

Рассматриваемый вид энергии обладает значительной разрядной силой, и степень опасности действия электрического тока на человека определяется величинами напряжения. Поскольку электрическая подстанция функционирует при высоком опасном для жизни напряжении электрической энергии, то это является ИПО (возникновение аварийного пожароопасного режима работы электросети, создание повышенной вероятности причинения вреда из-за невозможности полного контроля за воздействием теплового проявления электрического тока со стороны человека).

Федеральные органы исполнительной власти и организации в правоприменительной деятельности, хотя и используют отраслевые нормативные правовые акты в рассматриваемой предметной области, тем не менее, понятие ИПО в определенной деятельности отсутствует. В связи с чем, целесообразно конкретизировать виды деятельности, создающие повышенную (пожарную) опасность для окружающих (виды деятельности, приведенные в ст. 1079 ГК РФ носят примерный и оценочный характер), а также критерии отнесения источника к повышенной (пожарной) опасности. Нормативное правовое обустройство данного вопроса снимет ряд дискуссионных векторов, возникающих в правоприменительной деятельности.

Числовые значения показателей, характеризующих обстановку с пожарами и их последствиями (число пожаров, число погибших и травмированных людей, прямой материальный ущерб) в электрощитовых и от распределительных щитов, в сравнении с другими местами и источниками возникновения пожаров и соответствующими среднероссийскими показателями, являются невысокими, что позволяет сделать вывод, что как электрощитовые, так и распределительные щиты с точки зрения как числа пожаров, так и их последствий не относятся к источникам повышенной пожарной опасности. При этом электрощитовые на крупных электрических подстанциях (станциях) могут быть отнесены к ИПО, так как при потенциальном выведении из строя (приостановке работы) такого объекта вследствие пожара или по др. причинам может быть отключено электроснабжение не только жилых объектов, но и критически важных объектов, энергоснабжение которых осуществляет соответствующая электростанция.

В заключение необходимо отметить, что для отнесения помещений, мест и источников возникновения пожара, объектов пожаров и др. к ИПО, в том числе повышенной пожарной опасности, необходимо как введение в действие соответствующих определений, так и четких алгоритмов (порядок), обеспечивающих отнесение продукции (объектов защиты), территорий к ИПО,

повышенной пожарной опасности, в т.ч. исходя из значений показателей, характеризующих обстановку с пожарами и их последствиями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (ГК РФ) \ КонсультантПлюс (consultant.ru) URL: https:// www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/ (дата обращения 09.09.2024).
2. Определение Третьего кассационного суда общей юрисдикции от 30 ноября 2022 г. по делу № 88-21118/2022 URL: https://3kas.sudrf.ru/modules.php?name=sud_delo&srv_num=1&name_op=case&case_id=12475913&case_uid=701d13b2-7533-4e7e-802f-d8e37113bc87&new=2800001&delo_id=2800001(дата обращения 10.09.2024).
3. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: Информационно-аналитический сборник / *В. С. Гончаренко, Т. А. Чечетина, В. И. Сибирко* [и др.]. – Балашиха : ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. – 80 с. – EDN IKFNVG.
4. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: информационно-аналитический сборник / В. С. Гончаренко, Т. А. Чечетина, В. И. Сибирко [и др.]. – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. – 110 с. – EDN BSONFO.
5. Постановление Пленума Верховного Суда РФ от 26.01.2010 № 1 «О применении судами гражданского законодательства, регулирующего отношения по обязательствам вследствие причинения вреда жизни или здоровью гражданина» \ КонсультантПлюс (consultant.ru) URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_96790/?ysclid=m0vdeyev8s683698835 (дата обращения 09.09.2024).
6. Решение Комиссии Таможенного союза от 16.08.2011 № 768 (ред. от 11.05.2023) «О принятии технического регламента Таможенного союза «О безопасности низковольтного оборудования» (вместе с «ТР ТС 004/2011. Технический регламент Таможенного Союза. О безопасности низковольтного оборудования») (утв. и введен в действие Распоряжением ОАО «РЖД» от 04 декабря 2013 года № 2675р) (ред. от 08.05.2018)\ КонсультантПлюс (consultant.ru) URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_119733/?ysclid=m0vdi93ubd923695533 (дата обращения 09.09.2024).

УДК 614.841.42

Н. В. Перегудова, Е. А. Москвилин
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ОРГАНИЗАЦИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ ПО ТУШЕНИЮ ЛАНДШАФТНЫХ (ПРИРОДНЫХ) ПОЖАРОВ

© Перегудова Н. В., Москвилин Е. А., 2024

В редакции Федерального закона «О пожарной безопасности» термин «ландшафтный (природный) пожар» представлен как неконтролируемый процесс горения, стихийно возникающий и распространяющийся в природной среде, охватывающий различные компоненты природного ландшафта и соответственно термин «лесной пожар» представлен как разновидность ландшафтного (природного) пожара, распространяющегося на землях лесного фонда. Таким образом разница между терминами заключается в основном в том, что лесной пожар – на землях лесного фонда, а ландшафтный (природный) пожар на всех остальных землях.

Ключевые слова: ландшафтный (природный) пожар, лесной фонд, меры пожарной безопасности, лесной кодекс.

N. V. Peregudova, E. A. Moskvilin

ORGANIZING ADDITIONAL TRAINING IN SUPPRESSION OF LANDSCAPE (NATURAL) FIRES

In the wording of the Federal Law «On Fire Safety», the term «landscape (natural) fire» is presented as an uncontrolled gorenje process that spontaneously arises and spreads in the natural environment, covering various components of the natural landscape and, accordingly, the term «forest fire» is presented as a type of landscape (natural) fire spreading on the lands of the forest fund. Thus, the difference between the terms lies mainly in the fact that a forest fire is on the lands of the forest fund, and a landscape (natural) fire is on all other lands.

Keywords: landscape (natural) fire, forest fund, fire safety measures, Forest Code.

Реализация мер пожарной безопасности в лесах и тушение лесных пожаров осуществляется в соответствии с положениями Лесного кодекса Российской Федерации [1] и Закона «О пожарной безопасности» [2]., согласно которым функции по координации сил и средств тушения лесных пожаров возлагаются на ФОИВ, осуществляющий функции по контролю и надзору в области лесных отношений. Именно от уровня подготовленности участников рассматриваемых правоотношений зависит эффективное выполнение поставленных задач.

Приведенные статистические данные наглядно свидетельствуют об актуальности проблем природного комплекса (рис. 1–2).

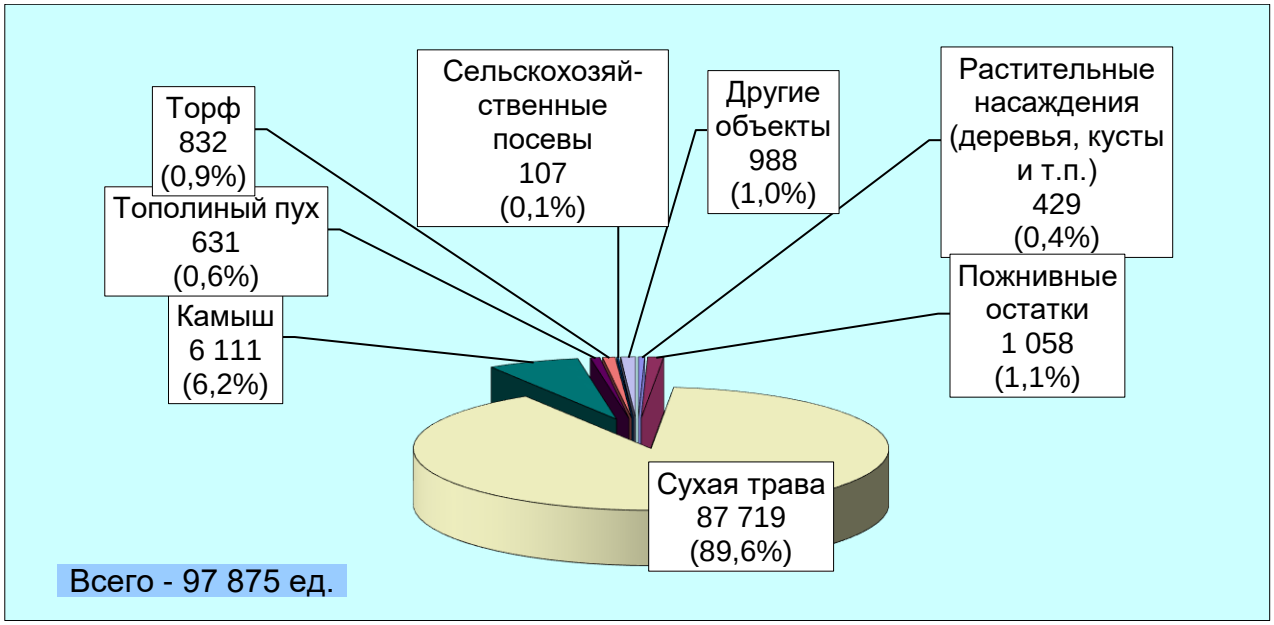


Рис. 1. Распределение количества природных пожаров
за 2023 год по видам пожаров

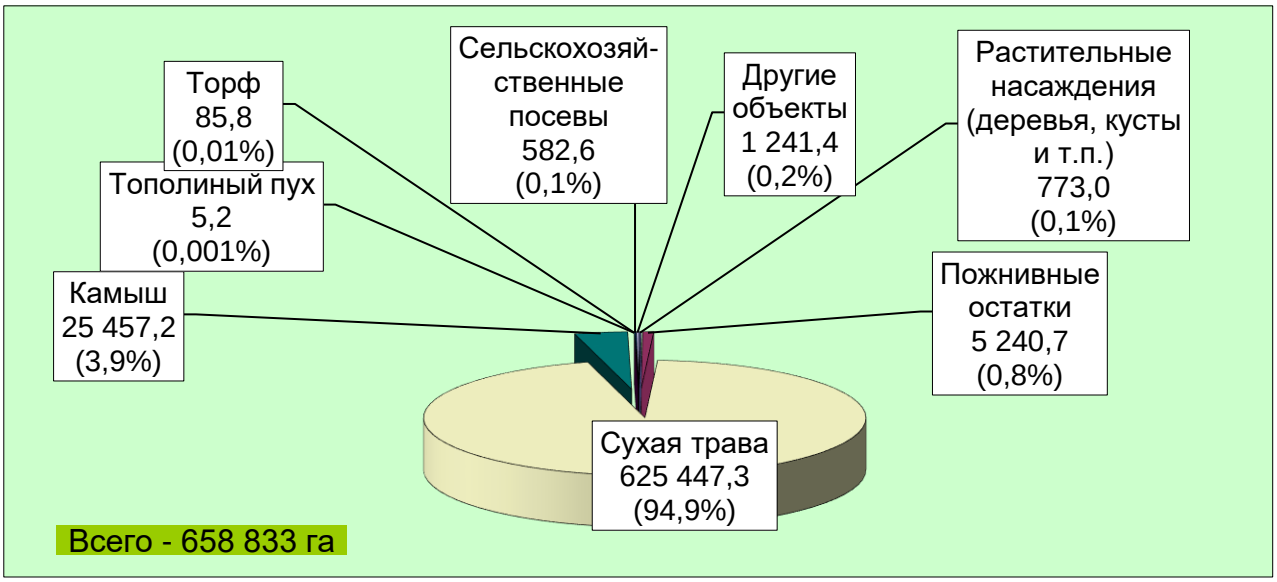


Рис. 2. Распределение площади природных пожаров в России за 2023 год

Дополнительное профессиональное образование (ДПО) в соответствии с Законом «Об образовании в Российской Федерации» [3]. представляет вид образования, профессиональное образование, получаемое дополнительно к среднему профессиональному или высшему образованию и имеет разделение по объёму предоставляемых знаний на повышение квалификации.

Краткосрочные программы и курсы, имеющие своей целью расширение знаний специалиста в одной конкретной области. Профессиональная переподготовка и программы средней продолжительности, направленные на комплексное углубление знаний специалиста в рамках профессии или смену направления профессиональной деятельности. Минимально допустимый срок освоения программ повышения квалификации не может быть менее 16 часов, а срок освоения программ профессиональной переподготовки – не менее 250 часов. Программа повышения квалификации направлена на совершенствование и получение новой компетенции, необходимой для профессиональной деятельности, и повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации. Программа профессиональной переподготовки направлена на получение компетенции, необходимой для выполнения нового вида профессиональной деятельности, приобретение новой квалификации.

Обучение и подготовка специалистов в области пожарной безопасности в широком смысле осуществляется блоком образовательных учреждений МЧС России, а именно:

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Академия гражданской защиты МЧС России, Уральский институт ГПС МЧС России, Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Донецкий институт ГПС МЧС России, научно-исследовательские и учебные центры.

По итогам освоения программы, слушатель обязан знать организацию руководства работами по тушению лесных пожаров в соответствии с районным планом тушения лесных пожаров и сводным планом тушения лесных пожаров на территории субъекта Российской Федерации; способы тушения лесных пожаров, порядок расчета потребности сил и средств пожаротушения, машины, агрегаты и аппараты для предупреждения и борьбы с лесными пожарами.

«Тогучинский политехнический колледж» реализует программу повышения квалификации «Лесной пожарный» (2023 г.) в объеме 72 часов (лекции 42 часа, практика 24 часа).

Департамент образования Ярославской области «Рыбинский лесотехнический колледж» реализует программу ДПО повышения квалификации «Руководитель тушения лесных пожаров» в объеме 72 часа.

Национальная академия современных технологий реализует программу ДПО повышения квалификации «Тушение лесных пожаров». Курс ориентирован на совершенствование профессиональных компетенций специалистов лесного хозяйства.

Всероссийский институт повышения квалификации лесного хозяйства (г. Мытищи Московская область) реализует ДПО повышения квалификации по специальности «Руководитель и специалист тушения лесных пожаров., в т.ч. с применением беспилотных воздушных судов на тушении ландшафтных пожаров».

Основной блок подготовки посвящен картографическим материалам, работам с различными ресурсами космического мониторинга, а также оказанию первой помощи пострадавшим.

«База авиационной и наземной охраны лесов» реализует - программу профессионального обучения «ЛЕСНОЙ ПОЖАРНЫЙ» Форма обучения по программе: очная, дистанционная. Объём программы обучения: 8 учебных дней и 7 часов. Продолжительность обучения — 71 час.

«Институт повышения квалификации работников лесного хозяйства» — дополнительная профессиональная программа повышения квалификации «Руководитель тушения лесных пожаров» (мониторинг пожарной опасности в лесах и лесных пожаров, современные технологии тушения лесных пожаров, тактика тушения лесных пожаров). Цель — совершенствование и получение новых компетенций, необходимых для профессиональной деятельности в области руководства работами по тушению лесных пожаров.

«Учебно-методический центр по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям города Москвы» является разработчиком дополнительной общеобразовательной программы «Основы тушения ландшафтных пожаров», ориентированной на подготовку работников организаций, привлекаемых на тушение ландшафтных пожаров. Общий объем трудоемкости обучения составляет 36 часов, из них: 26 часов — лекции, 8 — практические занятия и 2 часа итоговый контроль. Целью реализации программы является получение знаний и практических навыков по вопросам тушения лесоторфяных пожаров, изучения особенностей тушения верховых лесных пожаров, подземных пожаров, проведение отжига, безопасности при тушении лесного пожара.

«Коми региональный лесопожарный центр» реализует программу профессиональной подготовки по профессии «лесной пожарный» (2024 г.). После успешного окончания обучения по программе, слушателям курсов обучения присваивается квалификация «Лесной пожарный 3 класса». Форма обучения по программе: очная, очная с применением дистанционных образовательных технологий. Объём программы обучения: 9 учебных дней. В процессе подготовки изучаются технологии и способы создания опорных и минерализованных полос, особенности тушения низовых пожаров в различных условиях, особенности тушения верховых пожаров, особенности тушения лесных (природных) пожаров в горах и холмистой местности, особенности тушения почвенных (торфяных) пожаров, особенности тушения травяных и тростниковых пожаров, лесных (природных) пожаров.

Учебный центр «Производственник» г. Иркутск реализует программу повышения квалификации «Лесной пожарный» в объеме 240/120 часов.

Частное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Пожарная безопасность» реализует программы профессиональной переподготовки и повышения квалификации, которые рассчитаны на руководителей, ответственных за тушение лесных пожаров, работников и специалистов, привлекаемых для тушения лесных и других природных пожаров: «Руководство тушением лесных пожаров», «Руководитель тушения крупных лесных пожаров», профессиональная подготовка «Лесной пожарный», повышение квалификации Лесных пожарных. Обучение проводится в очно-заочной и дистанционной формах.

ФГБУ ВНИИПО МЧС России разработана программа повышения квалификации специалистов, осуществляющих обучение мерам пожарной безопасности по специализации «Локализация и тушение лесных пожаров» в объеме 76 учебных часов с формой обучения в очном формате. Программа рассчитана на подготовку руководителей, инженерно-технических работников и лиц, ответственных за пожарную безопасность и предполагает изучение теоретических основ тушения ландшафтных пожаров и практическую подготовку в предметной области. Имеется аудиторная, полигонная база, позволяющая на высоком уровне осуществлять подготовку слушателей.

То есть, как показывает проведенный мониторинг, подготовка осуществляется на базе образовательных учреждений, в учебных центрах и ориентирована на повышение квалификации работников лесного комплекса, а также работников организаций, привлекаемых для тушения лесных пожаров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 21 декабря 1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности». // Собрание законодательства Российской Федерации, 26.12.1994, № 35, ст. 3649.

2. Лесной кодекс Российской Федерации от 04 декабря 2006 г. № 200-ФЗ (ред. от 08.08.2024). // Парламентская газета, № 209, 14.12.2006.

3. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ (ред. от 08.08.2024) «Об образовании в Российской Федерации». // Российская газета, № 303, 31.12.2012.

УДК 614.841

А. Н. Песикин, В. И. Попов, М. В. Пуганов, А. Х. Салихова
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПЛАН ЭВАКУАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ

План эвакуации автомобилей при пожаре требовалось разрабатывать в документах 50–90 годах 20 века. В последние годы в правилах пожарной безопасности установлены требования по составлению плана расстановки транспортных средств с описанием очередности и порядка их эвакуации при пожаре.

Ключевые слова: стоянки автомобилей, план эвакуации, план расстановки автомобилей, эвакуация, пожар.

V. I. Popov, A. N. Pesikin, M. V. Puganov, A. H. Salihova

CAR EVACUATION PLAN IN CASE OF FIRE

The plan for the evacuation of cars in case of fire had to be developed in documents of the 50-90 years of the 20th century. In recent years, fire safety regulations have established requirements for drawing up a plan for the placement of vehicles with a description of the order and order of their evacuation in case of fire.

Key word: parking lots, evacuation plan, car placement plan, evacuation, fire.

Автостоянки закрытого типа являются широко распространенными элементами городской инфраструктуры. С каждым годом количество автостоянок и их вместимость увеличивается. Это обусловлено ростом числа собственных легковых автомобилей.

Парк автомобилей в России по состоянию на 1 июля 2024 года насчитывает 55,06 млн единиц, согласно данным аналитического агентства «Автостат». 85 % от этого количества приходится на легковые автомобили, которых числится 46,81 млн штук. Также в России насчитывается 4,22 млн легких коммерческих машин и 3,66 млн грузовиков», — отмечается в сообщении [1]. По данным «Автостат» на 1 января 2024 года парк автомобилей в России составлял 54,5 млн единиц. Таким образом, за полгода численность автомобилей в России выросла на 560 тыс. машин.

Расширение области строительства закрытых автостоянок связано не только с увеличением количества автомобилей, но и с изменениями климатических условий и распространение повреждений автомобилей на открытых стоянках. На открытых стоянках автомобили подвергаются повреждениям от града (в последние 10 лет только в Ивановской области

© Песикин А. Н., Попов В. И., Пуганов М. В., Салихова А. Х., 2024

несколько раз выпадал град диаметром более 5 см). Участились повреждения автомобилей от ливней, падения деревьев и рекламных щитов при ураганах.

Стоянка автомобилей (стоянка, паркинг, парковка, гараж, гараж-стоянка): это здание, сооружение (часть здания, сооружения) или специальная открытая площадка, предназначенная для хранения (стоянки) легковых автомобилей и других мототранспортных средств (мотоциклов, мотороллеров, мотоколясок, мопедов, скутеров и т.п.) [2].

Автостоянки представляют высокую пожарную опасность. В 2023 году на стоянках возникло более 11 тыс. пожаров. Основными причинами являются нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования, неосторожное обращение с огнем [3].

В нормативных документах 50 годов для автостоянок предусматривались требования: п. 162 «Пожарная охрана, совместно с администрацией автохозяйства, должна разработать: а) план тушения пожаров в различных помещениях и план эвакуации автомобилей;» [4].

Аналогичные требования установлены в п. 6.1.2 и прилож. 4 Правил пожарной безопасности для предприятий автотранспорта [5].

В приложении 4 указанных правил изложены требования к разработке планов эвакуации. Основные требования: «План эвакуации должен состоять из 2-х частей: текстовой (инструкции) и графической. В инструкции необходимо изложить:

• обязанности лиц, осуществляющих эвакуацию людей, автотранспорта и материальных ценностей, - порядок исполнения их обязанностей;

• способ объявления начала эвакуации;

• порядок эвакуации автотранспорта и материальных ценностей;

• обязанности и действия лиц обслуживающего персонала по тушению пожара первичными и стационарными средствами тушения» [5].

В последующие годы и в настоящее время в нормативных документах требуется «в отношении помещений для хранения (стоянки) транспорта в количестве более 25 единиц обеспечивает разработку плана расстановки транспортных средств с описанием очередности и порядка их эвакуации при пожаре, а также оснащение указанных помещений и площадок открытого хранения транспортных средств (кроме индивидуальных) буксирными тросами и штангами из расчета 1 трос (штанга) на 10 единиц техники» [6, 7].

На рис. 1 и рис. 2 представлены образцы выполняемых на объектах документы «План расстановки транспортных средств». На основании положений Правил противопожарного режима в РФ планы эвакуации автомобилей на объектах не составляются и не отрабатываются.

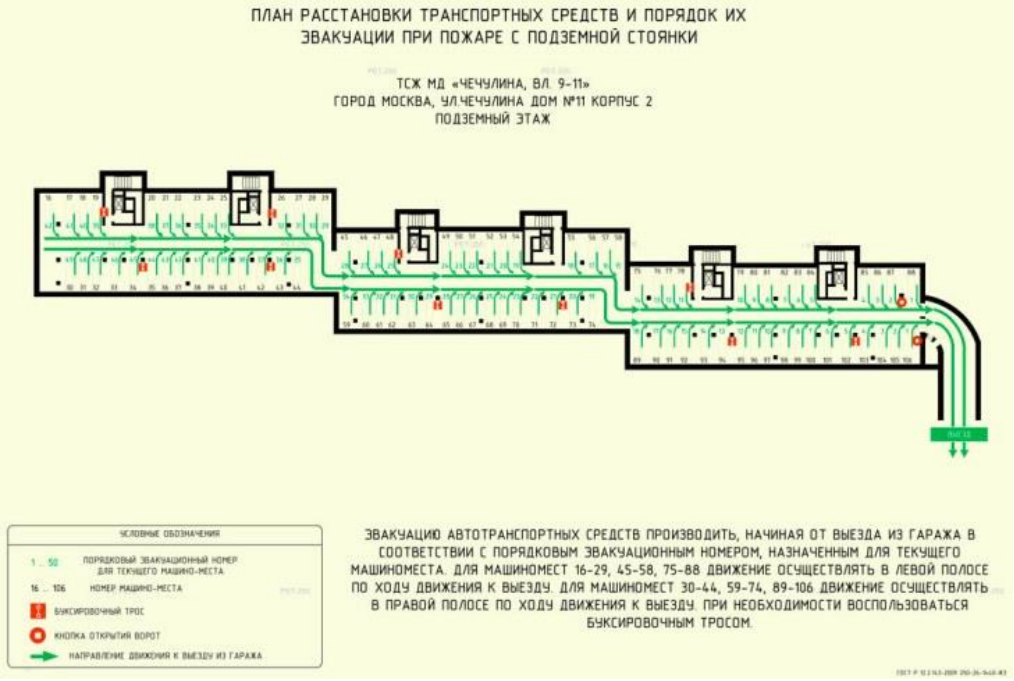


Рис. 1. План расстановки транспортных средств [8]

Рис. 2. План расстановки транспортных средств [8]

Приведенные документы являются отчетной бумагой перед специалистами надзорных органов. По нормативам не требуется отработка планов расстановки транспортных средств, следовательно, указанные документы не эффективны в области обеспечения пожарной безопасности.

Вывод:

Целесообразно внести изменения в документ «Правила противопожарного режима в Российской Федерации». Установить требования о разработке документа «План эвакуации транспортных средств при пожаре», при это определить периодичность отработки. Следует в качестве приложения в Правила противопожарного режима в Российской Федерации ввести требования по разработке плана эвакуации аналогично прилож. 4 Правил пожарной безопасности для предприятий автотранспорта (ВППБ 11-01-96).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авто: обзоры, новости, новинки. https://auto.mail.ru/ (Дата обращения 02.10.2024)

2. СП 113.13330.2016 Стоянки автомобилей. Актуализированная редакция СНиП 21-02-99*.

3. С начала нового года в России произошло около 300 пожаров в гаражном секторе. Mchs.gov.ru (дата обращения 11.02.2023).

4. Типовые правила пожарной безопасности для промышленных предприятий. Утверждены начальником Главного управления пожарной охраны МВД СССР 25 августа 1954 года.

5. ВППБ 11-01-96 Правила пожарной безопасности для предприятий автотранспорта.

6. Типовые правила пожарной безопасности для промышленных предприятий. Утверждены Главным управлением пожарной охраны МВД СССР 21 августа 1975 года.

7. Правила противопожарного режима в Российской Федерации. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации».

8. Планы расстановки автомобилей. https://yandex.ru/images/search?lr=47&source=serp&stype=image&text=Планы%20расстановки%20автомобилей. (Дата обращения 21.октября 2024 года).

УДК 614.84

В. В. Плешаков*, Н. А. Таратанов**
*Академия ГПС МЧС России
**Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССЫ СГОРЕВШЕЙ НАГРУЗКИ ПРИ РАССЛЕДОВАНИИ ПОЖАРОВ

В данной статье осуществлена исследование возможности определения массы сгоревшей нагрузки при расследовании пожаров, а Разработанный алгоритм определения массы сгоревшей нагрузки при расследовании пожаров позволит эффективно оценить систему обеспечения пожарной безопасности на объекте защиты.

Ключевые слова: экспертиза, экспертный анализ, расследование пожаров.

V. V. Pleshakov*, N. A. Taratanov**

DETERMINATION OF THE MASS OF THE BURNT LOAD DURING THE INVESTIGATION OF FIRES

This article investigates the possibility of determining the mass of the burnt load during the investigation of fires, and the developed algorithm for determining the mass of the burnt load during the investigation of fires will effectively assess the fire safety system at the protection facility.

Key words: expertise, expert analysis, fire investigation.

Регулируя горючую среду, а именно массу пожарной нагрузки, представляется возможным наблюдать различные следовые картины пожара, которые в дальнейшем используются для восстановления сценария развития пожара.

Входе выполнения исследования была выдвинута гипотеза, что массу пожарной нагрузки можно определить расчетным способом.

Для нахождения исходной массы пожарной нагрузки необходимо установить продолжительность формирования степени термического повреждения на строительных конструкциях, зная которую, с учетом массовой скорости выгорания материала, можно решить задачу установления исходной массы пожарной нагрузки после пожара. Следовательно, необходимо разработать индикатор, позволяющий определить продолжительности формирования степени термических повреждений.

© Плешаков В. В., Таратанов Н. А., 2024

Поэтому целью данного исследования является повышение эффективности процесса расследования и экспертизы пожаров на основе применения расчетных методов.

Для достижения поставленной цели были сформированы и решены задачи:

1. Произвести численный эксперимент для разработки индикатора продолжительности формирования степени термического повреждения с помощью технических средств и расчетного температурного режима пожара в помещении;
2. Разработать алгоритм определения массы сгоревшей нагрузки при расследовании пожара и алгоритм оценки системы обеспечения пожарной безопасности на основе исходной массы горючей нагрузки при расследовании пожаров;
3. Произвести огневые испытания по определению массы сгоревшей нагрузки после пожара;
4. Произвести оценку эффективности применения разработанного алгоритма определения исходной массы горючей нагрузки после пожара в части сокращения срока проведения экспертиз.

Решение этих задач обуславливает успешное достижение цели по исследованию пожара.

Концептуальная модель деятельности по обеспечению пожарной безопасности включает в себя следующие элементы:

1. Мероприятия по контролю, снижению пожарной опасности или исключению горючей среды.
2. Мероприятия по контролю, снижению пожарной опасности или исключению источников зажигания.
3. Первичные меры по обнаружению пожара, сообщению о пожаре и тушению пожара автоматическими и первичными средствами пожаротушения.
4. Мероприятия по обеспечению безопасной эвакуации людей при пожаре.
5. Мероприятия по обеспечению противопожарной устойчивости зданий, сооружений и технологических установок.
6. Мероприятия по предотвращению распространения пожара по объекту противопожарной защиты.
7. Мероприятия по тушению пожара с привлечением сил и средств городской пожарной охраны.
8. Организационно-технические мероприятия.
9. Мероприятия по проведению расследования и исключению причин и условий, способствовавших возникновению, развитию пожара и причинению вреда людям, имуществу и природной среде.

Особенно важным в концептуальной модели деятельности по обеспечению пожарной безопасности является взаимосвязь между блоками данной модели. В частности, данные взаимосвязи представляется возможным использовать при расследовании пожаров.

Далее в работе при помощи программы FDS произвели моделирование распространения опасных факторов пожара с использованием полевой математической модели пожара. Анализируя результаты проведенных численных экспериментов, был разработан индикатор времени развития пожара — это распределение соотношений температур к максимальной температуре в возможном диапазоне.

Используя выявленный индикатор, предоставляется возможным восстановить картину пожара и узнать продолжительность формирования степени термических повреждений. А зная продолжительность горения, массовую скорость выгорания вещества и площадь помещения, представляется возможным найти исходную массу пожарной нагрузки, находящейся в помещении в момент пожара.

Используя разработанный индикатор, а именно распределение соотношений температур к максимальной температуре в возможном диапазоне, представляется возможным произвести сопоставление данных, полученных при расследовании пожара инструментальными методами данным моделирования.

На основании полученных данных разработан алгоритм для определения исходной массы сгоревшей нагрузки после пожара:

1. Используя полевые инструментальные методы, произвести количественную оценку степени термических повреждений объектов на месте пожара.
2. Установить соответствие соотношений показаний прибора к минимальному значению прибора температурным соотношениям по результатам полевого математического моделирования.
3. Определить продолжительность формирования термических повреждений с использованием полевого математического моделирования пожара.
4. Определить исходную массу пожарной нагрузки.

Схема анализа системы обеспечения пожарной безопасности на объекте защиты на основе модели ограничения массы пожарной нагрузки представлена на рисунке.

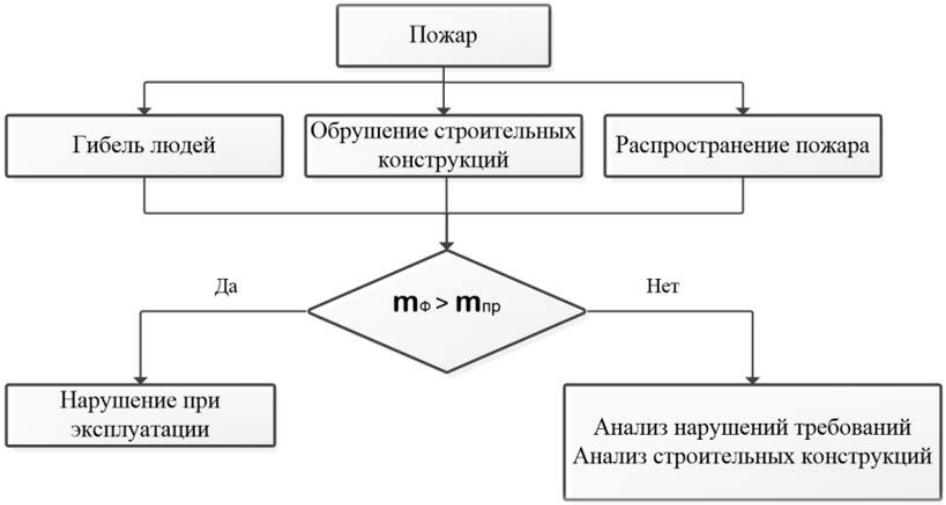


Рисунок. Схема анализа системы обеспечения пожарной безопасности на объекте защиты

Разработанный алгоритм определения массы сгоревшей нагрузки при расследовании пожаров позволит эффективно оценить систему обеспечения пожарной безопасности на объекте защиты. В случае применения метода обеспечения пожарной безопасности объектов защиты, в основе которого лежит ограничение массы пожарной нагрузки, представляется возможным определить проектируемую массу пожарной нагрузки и фактическую, находившуюся на объекте защиты в момент пожара. В случае превышения проектируемой массы над фактической, отмечается нарушение собственником заданных параметров при эксплуатации объекта защиты. Однако если проектируемая масса не превышает фактического значения, то необходимо рассматривать различные причинно-следственные связи, способствовавшие возникновению и развитию пожара на объекте, а именно произвести анализ нарушенных требований, строительных конструкций и т.д.

В ходе выполнения работы предложен индикатор продолжительности формирования степени термических повреждений металлических изделий, который позволяет определить массу сгоревшей нагрузки при расследовании пожаров, что позволяет эффективно оценивать соответствие требованиям пожарной безопасности выбранной системы обеспечения пожарной безопасности на объекте защиты, где методом обеспечения пожарной безопасности выбран метод ограничения массы горючей нагрузки.

Проведенные численные эксперименты и огневые испытания с использованием разработанного алгоритма, подтверждают его эффективность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Расследование и экспертиза пожаров: Учебное пособие / С. А. Назаров, В. В. Плешаков, И. А. Степанова [и др.]. – 1-е изд. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 289 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-15019-3. – EDN DUYNGA.

2. Воронин, М. А. Методы диагностирования механизма возникновения и наступления негативных последствий пожаров / М. А. Воронин, Д. С. Алексеева, В. В. Плешаков // Российский научный вестник. – 2024. – № 1. – С. 125-132. – EDN HWPCBA.

3. Калашников Д.В., Таратанов Н.А. Экспертный эксперимент как инструмент в определении механизма возникновения горения // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности: Сборник трудов секции № 9 XXXIII Международной научно-практической конференции, Химки, 01 марта 2023 года. – Химки: Академия гражданской защиты МЧС России имени генерал-лейтенанта Д.И. Михайлика, 2023. – С. 106-110. – EDN WSBABK.

4. Таратанов Н.А., Карасев ЕВ., Таратанова А.В. Основы пожарно-технической экспертизы // Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса «Государственный надзор» за 2022 год: Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса, Иваново, 01 января – 31 декабря 2022 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 136-140. – EDN FEVGMC.

5. Таратанов Н.А., Карасев Е.В., Таратанова А.В. О важности проведения осмотра места происшествия // Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса «Государственный надзор» за 2022 год: Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса, Иваново, 01 января – 31 декабря 2022 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 133-136. – EDN EOQOHU.

УДК 614.84

Д. П. Порада, Д. В. Калашников, О. В. Шувалов
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОСОБЕННОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КРЕПЕЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ТЕПЛОВОГО НАГРЕВА

В статье описаны проведенные испытания и особенности исследования металлических крепежных изделий, в виде саморезов, при различных условиях теплового нагрева. В качестве инструментального метода выбран магнитный метод исследования холоднодеформированных стальных изделий.

Ключевые слова: магнитный метод, коэрцитивная сила, экспертиза пожаров, очаг пожара.

© Порада Д. П., Калашников Д. В., Шувалов О. В., 2024

D. P. Porada, D. V. Kalashnikov, O. V. Shuvalov

FEATURES OF THE STUDY OF METAL FASTENERS UNDER VARIOUS CONDITIONS OF THERMAL HEATING

The article describes the tests carried out and the features of the study of metal fasteners in the form of self-tapping screws under various conditions of thermal heating. The magnetic method of studying cold-formed steel products was chosen as an instrumental method.

Key words: magnetic method, coercive force, fire examination, fire source.

Большую ценность для установления очага пожара представляют изделия и конструкции, выполненные из металлов, так как они несгораемые и в подавляющем большинстве случаев сохраняются с теми или иными изменениями на месте пожара. Широкое применение различных видов сталей, а также их сохранность после воздействия высоких температур делают сталь привлекательным объектом исследования при определении очага и динамики пожара, с использованием магнитного метода исследования холоднодеформированных стальных изделий, которая является одним из наиболее предпочтительных в силу простоты применения малогабаритной аппаратуры [1].

Для определения величины тока размагничивания используется коэрцитиметр. Особо тщательная подготовка поверхности изделия под установку полюсов преобразователя коэрцитиметра не требуется. Необходимо лишь счистить обгоревшие остатки краски, либо пожарного нагара. Измерения проводятся на однотипных элементах конструкции, расположенных в различных зонах пожара. Исследуемое металлоизделие должно иметь длину не менее расстояния между полюсами преобразователя и может быть с практически любым по конфигурации сечением [2].

Авторским коллективом проведены испытания самонарезающегося винта (далее – саморезы) при различных условиях теплового нагрева по оценки изменений, происходящих в них, с целью использования этих данных в проведении инструментального метода пожарно-технического исследования. В качестве объектов исследования использовались однотипные саморезы длиной 65 мм и диаметром 3,8 мм, выполненные из углеродистой стали с фосфатным или оксидным покрытием. Измерения коэрцитивной силы объектов исследования производились с помощью коэрцитиметра КИМ-2М. Перед проведением измерений каждый образец в муфельной печи был подвергнут предварительному одинаковому тепловому нагреву около 500 °С в течении времени до 10 минут. Далее были получены значения коэрцитивной силы у каждого образца, которые оказались на порядок меньше, чем у не нагретых образцов. Результаты полученных значений коэрцитивной силы представлены в табл. 1.

Таблица 1. **Результаты значений коэрцитивной силы, полученные в ходе испытаний при нагреве в муфельной печи**

№ образца	Значение коэрцитивной силы H_c, А/м
1	37
2	49
3	52
4	38
5	37
6	45
7	39
8	42
9	48
10	50
Среднее значение	43,7
Исходное значение (не нагретый саморез)	92

Практика применения полевых приборов показала, что наиболее эффективно в процессе исследования используются коэрцитиметр. Из полученных результатов этим прибором следует, что наименьшее значение коэрцитивной силы соответствует наибольшему тепловому воздействию. Соответственно способ оценки термического поражения холоднодеформированных стальных изделий в целях пожарно-технической экспертизы применяется в целях установления обстоятельств возникновения и развития горения [3, 4].

Далее испытания образцов проведены при следующих условиях:

- тепловое воздействие с последующим резким охлаждением;
- тепловое воздействие при частичном экранировании деревянной конструкцией.

Резкое охлаждение после предварительного нагрева в муфельной печи осуществлялось погружением образца в емкость с водой. Результаты полученных значений коэрцитивной силы представлены в табл. 2.

Таблица 2. **Результаты значений коэрцитивной силы, полученные в ходе испытаний с условием резкого охлаждения**

№ образца	Значение коэрцитивной силы H_c, А/м
1	35
2	31
3	26
4	31
5	36
6	32

№ образца	Значение коэрцитивной силы H_c, А/м
7	35
8	36
9	31
10	37
Среднее значение	33

Следовательно, среднее значение коэрцитивной силы оказалось меньше, чем значение, полученное при первом испытании (постоянный нагрев в муфельной печи). Соответственно выявлено влияние резкого охлаждения саморезов на изменение коэрцитивной силы.

Испытания с условием экранирования включали в себя исследование саморезов частично находящихся в деревянных брусках размерами 140x83x20 мм. В толщины данных брусков были вкручены образцы на 1/3 от длины самореза. После чего бруски помещались в муфельную печь. После испытания у каждого образца была измерена коэрцитивная сила на двух участках:

1) в средней части (в месте отсутствия экранирования);

2) на оконечной у острия (в месте экранирования).

Результаты полученных значений коэрцитивной силы представлены в табл. 3.

Таблица 3. **Результаты значений коэрцитивной силы, полученные в ходе испытаний с условием экранирования**

№ образца	Значение коэрцитивной силы H_c, А/м	
	участок № 1	участок № 2
1	43	52
2	41	50
3	33	49
4	35	44
5	33	47
6	38	48
7	39	50
8	35	48
9	36	47
10	40	51
Среднее значение	38	48,6

Следовательно, на участке отсутствия экранирования выявлено не значительное изменение среднего значения коэрцитивной силы по сравнению со значениями при первом испытании (постоянный нагрев в муфельной печи). Однако при этом, значения первого участка на порядок отличаются от значений, полученных на участке с экранированием. Соответственно выявлено

влияние на изменение коэрцитивной силы условия экранирования по длине самореза.

По результатам проведенных испытаний можно сделать вывод, что условия резкого охлаждения и экранирования влияют на получение итогового значения коэрцитивной силы при исследовании металлических изделий, подверженных термическому воздействию.

При использовании магнитного метода исследования холоднодеформированных стальных изделий необходимо учитывать особенности теплового нагрева, а именно в каких условиях находились стальные изделия при воздействии на них высокой температуры. Находились ли изделия в толще строительных конструкций, были ли подвергнуты резкому охлаждению в ходе тушения по резкой подаче огнетушащих веществ. Все перечисленные особенности влияют на конечный результат и могут оказать непосредственное влияние на выводы в ходе пожарно-технического исследования.

Большую ценность для установления очага пожара представляют изделия и конструкции, выполненные из металлов, так как они несгораемые и в подавляющем большинстве случаев сохраняются с теми или иными изменениями на месте пожара. Вместе с тем нужно понимать, что на сохранность криминалистически значимой информации в границах территории места происшествия влияют различные негативные факторы [1, 5].

Таким образом, применение магнитного инструментального метода эффективно, но с учетом особенностей пожарной обстановки, которую необходимо принимать во внимание в ходе проведения исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дайгибов, Р. В. Ультразвуковая очистка холоднодеформированных стальных изделий от пригоревших загрязнений / Р. В. Дайгибов, Н. А. Таратанов, Д. В. Калашников // Пожарная и аварийная безопасность : сборник материалов XII международной научно-практической конференции, посвященной году гражданской обороны, Иваново, 29–30 ноября 2017 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», 2017. – С. 50-52. – EDN VUWSZI.

2. Калашников, Д. В. Инструментальные исследования металлических крепежных изделий (гвоздей), подверженных термическому воздействию в ходе возникновения и развития пожара / Д. В. Калашников, Н. С. Дашин, Е. А. Трифонов // 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: 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», 2019. – С. 91-97. – EDN NWJOBP.

3. Курчаев, Ж. В. Установление очага пожара на автомобиле Лада 211440 / Ж. В. Курчаев, Н. А. Таратанов // Современные пожаробезопасные материалы и технологии : сборник материалов IV международной научно-практической конференции, посвященной 30-й годовщине МЧС России, Иваново, 15 октября 2020 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2020. – С. 369-371. – EDN NQUUOD.

4. Антонов, А. В. Способ оценки термического поражения холоднодеформированных стальных изделий в целях пожарно-технической экспертизы / А. В. Антонов, С. Б. Шадрин, А. Г. Ермошин // Студенческий. – 2020. – № 38-1(124). – С. 73-76. – EDN CDSUAI.

5. Калашников, Д. В. Особенности проведения осмотра места пожара по делам, связанных с умышленным уничтожением имущества путем поджога / Д. В. Калашников, О. В. Шувалов // 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. 111-115. – EDN OPSNCQ.

УДК 614.841.343

Е. С. Рассказов, Д. А. Корольченко
Научно-исследовательский институт Московского Государственного Строительного Университета (КБС НИИ МГСУ)

ВЛИЯНИЕ ВОЛНЫ СЖАТИЯ ДЕФЛАГРАЦИОННОГО ВЗРЫВА НА ЛЕГКОСБРАСЫВАЕМЫЕ КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЯ

В работе рассматривается воздействие избыточного давления дефлаграционного взрыва на легкосбрасываемые конструкции крупногабаритного производственного здания из лёгких металлических конструкций.

Ключевые слова: легкосбрасываемые конструкции (ЛСК), акустические волновые явления, дефлаграционный взрыв, сэндвич-панели.

E. S. Rasskazov, D. A. Korolchenko.

EFFECT OF A DEFLAGRATION EXPLOSION COMPRESSION WAVE ON BLAST RELIEF STRUCTURE

© Рассказов Е. С., Корольченко Д. А., 2024

The study describes the effect of overpressure of a deflagration explosion on the blast relief structure of a large-sized production building.

Key words: blast relief structure, wave phenomena, sound waves, deflagration explosion, sandwich panels.

В условиях роста складской недвижимости и промышленных объектов нефтеперерабатывающего сектора актуальным становится вопрос защиты крупных производственных зданий от аварийных локальных взрывов. По данным консалтингового агентства Nikoliers, экспертная оценка рынка складской недвижимости в России на 2024 год составляет 6,2 млн кв. м, при этом в ближайшие два года только в Москве и Московской области потребность в таких помещениях достигнет 10 млн кв. м. Несмотря на санкции, нефтегазовый сектор продолжает развиваться и показывает заметный рост, что подтверждается исследованиями [1].

С увеличением строительства крупных производственных зданий возрастает риск аварийных взрывов, поскольку в производственно-складских помещениях могут находиться взрывоопасные вещества и материалы, взрывоопасные концентрации газовоздушных смесей.

Одной из основных причин взрывов является несоблюдение требований техники безопасности, а также износ оборудования или наличие дефектов на эксплуатируемом оборудовании с взрывоопасными средами [2].

Математические модели и экспериментальные исследования в области защиты здания от аварийных дефлаграционных взрывов представлены во многих научных работах. Одно из последних экспериментальных исследований, посвящённых сопротивлению железобетонных зданий авариным взрывам, изложено в [3]. Также отметим работы, в которых проведено математическое моделирование детонационных и дефлаграционных взрывов [4–5] с акцентом на количественное определение выделяемой энергии и генерируемых взрывных волн. В исследовании [6] уделено внимание волновым явлениям в подземных сооружениях.

Известно, что дефлаграционный взрыв внутри помещения характеризуется волновыми явлениями с образованием волн сжатия и разрежения. Пример образования волновых явлений в ограниченном пространстве описан в работе [7], где авторы показывают, что при гидродинамической неустойчивости возникает акустический резонанс и появление волн сжатия и разрежения.

Сочетание этих двух видов волн, сжатия и разрежения, приводит к чередованию сил, воздействующих на строительные конструкции: давление сжатия (положительная нагрузка) и разрежения (отрицательная нагрузка). Это особенно актуально для зданий из лёгких металлических конструкций большого размера, которые могут не выдерживать воздействия таких взрывных явлений, а тем более, если волны сжатия и разряжения вошли акустический резонанс (рис.1 а, б). Примером такого типа нагрузки может служить звуковая

волна, которая является продольной волной, вызывающей сжатие и разрежение частиц в среде, но без экстремальных скачков давления.

Для оценки влияния волны сжатия (положительной нагрузки) аварийного взрыва на легкосбрасываемые конструкции и конструкции здания, рассмотрим аварию в производственном помещении (рис. 2), выполненного из лёгких металлических конструкций и изолированного стеновыми сэндвич-панелями, коричневым цветом обозначены панели ЛСК. Причина образования волны сжатия — дефлаграция истечённого горючего газа из баллона.

Производственное здание имеет защиту в виде легкосбрасываемых конструкций согласно требованиям [8], а именно при длине здания 50 м, ширине 30 м, высоте 15 м общая площадь ЛСК составляет 1125 м^2, при максимальной площади одного рулонного ковра не более 180 м^2.

Рис. 1а. Здание газотурбинной станции на газоперерабатывающем заводе в ЯНАО, категория А

Рис. 1б. Индустриальный парк «Южные Врата» 650 000м^2, категория А

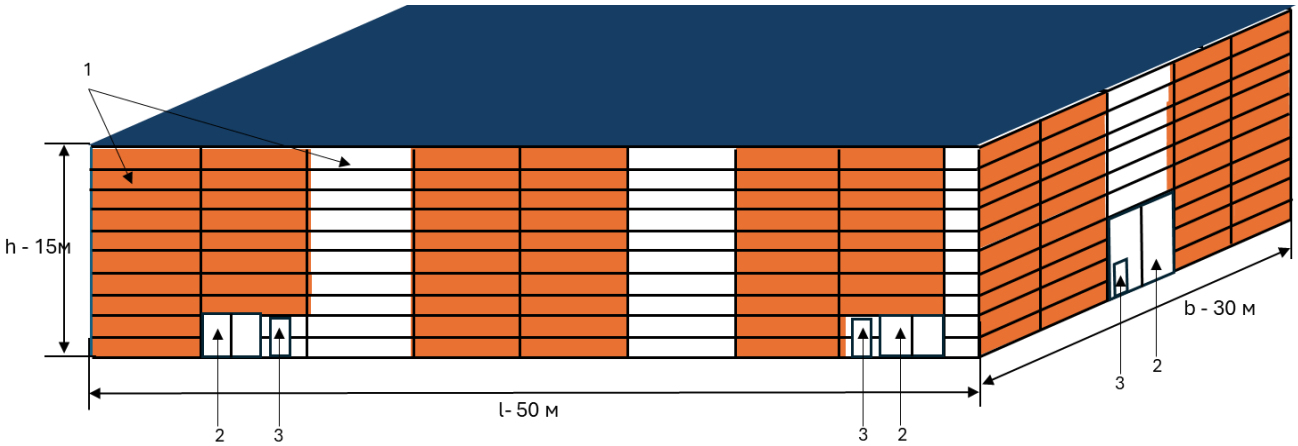


Рис. 2. Производственно-складское здание:
1. Стеновые панели. 2. Ворота. 3. Входные двери.

Величину взрывных нагрузок в нашем случае следует определять на основе следующих исходных данных:

– складское здание категории А (пожарной и взрывопожарной опасности) в форме параллелепипеда со сторонами (*h = 15м, b = 30м, l = 50м*) и объёмом 22 500 м³;

– V_{CH4} – объем метана в компримированном виде равном 10 л. (масса 7,1 кг);

– t – температура окружающей среды внутри помещения: +18 °С;

– $P_{атм}$ – атмосферное давление равное 760 мм.рт.ст. (101325Па)

Определяем объем истечения сжатого газа:

При полной разгерметизации сосуда (баллона) определять массовую скорость истечения сжатого горючего газа (ГГ) в помещение не требуется, пример разгерметизации баллона с метаном по сварочному шву на рис. 3а, а на рис. 3б, пример баллона с метаном в рабочем состоянии.

Рис. 3а. Пример разгерметизации баллона с метаном по сварному шву

Рис. 3б. Пример рабочего состояния баллона с метаном

При стандартных условиях (температура 0°С и давление 1 атмосфера) 1 литр сжатого метана расширится до 200 литров свободного газа, также известно, что масса 1 литра метана равна 0,71 кг. Относительная молекулярная масса сухого воздуха 28,97 г/моль, молярная масса метана 16,043 г/моль, следовательно высвободившийся газ поднимается вверх, образуя газовоздушную смесь в верхнем пространстве сооружения.

Производим расчёт объёма преобразовавшегося свободного газа из компримированного по уравнению состояния идеального газа Клапейрона по формуле (1):

$$V = m \cdot R \cdot T / (p \cdot M). \quad (1)$$

$$V = 7100 \times 8{,}314 \times 291{,}15 / (101{,}325 \times 16{,}043) = 10\,572 \text{ л.}$$

где: V – объем свободного газа СН4, л; m – масса газа = 7100 г; M (СН4) молекулярная масса метана = 16,043 г/моль; R – универсальная газовая постоянная ≈ 8,314 Дж/(моль·К); T – термодинамическая температура = 291,15 К; p – давление = 101325 кПа.

Определяем стехиометрический объем газовоздушной смеси:

Согласно таблице [9] определена масса окислителя для образования стехиометрической газовоздушной смеси 1.

Таблица. **Критерии стехиометрического соотношения для CH_4**

Окислитель	Масса, кг (объем, м^3)
Кислород (O_2)	4 (2)
Воздух	17,24 (9,512)

Учитывая, что объём высвободившегося газа составляет 10,5 м^3, для полного его сгорания требуется следующее количество воздуха, м^3 по формуле (2):

$$V_{\text{воз}} = V_{CN4} \times V_{\text{возд}} = 99{,}87 \text{ м}^3 \quad (2)$$

где V_{CH4} – объем метана в свободном состоянии, м^3 (10,5 м^3.); $V_{возд}$ – объем воздуха, м^3, согласно таблице.

Следовательно, для образования стехиометрической газовоздушной смеси требуется 99,87 м^3 воздуха, которого достаточно для полного сгорания метана в помещении, так как объем расчётного помещения составляет – 22 500 м^3.

Определяем параметры формирования зон загазованности помещения [10]:

Радиус $R_{НКПР}$ загазованности помещения находится по формуле (3):

$$R_{\text{НКПР}} = 7{,}8 \times \left(\frac{m_{\text{Г}}}{p_{\text{Г}} \times C_{\text{НКПР}}}\right)^{0{,}33} = 8{,}19 \text{ м.} \quad (3)$$

Высота $Z_{НКПР}$ загазованности помещения по формуле (4):

$$Z_{\text{НКПР}} = 0{,}26 \times \left(\frac{m_{\text{Г}}}{p_{\text{Г}} \times C_{\text{НКПР}}}\right)^{0{,}33} = 0{,}29 \text{ м.} \quad (4)$$

где: $m_Г$ - масса ГГ, поступившего в открытое пространство = 7,1 кг; $\rho_Г$ - плотность ГГ при расчётной температуре и атмосферном давлении = 1,390 кг/м^3; $C_{НКПР}$ – нижний концентрационный предел распространения пламени ГГ = 4.4% об.

Определяем время дефлаграционного взрыва с образованием огненного шара по формуле (5) [9]:

$$\tau_{\text{г}} = \frac{2R_{\text{ош}}}{W_{max}\,(1+a_n) + W_{min}(1-a_n)} = 0{,}21 \text{ с.} \quad (5)$$

где: a_n = 0,3 от доли нарастания; W_{min} = 2,55 м/с; W_{max} = 54 определён по формуле ($W_{max} = K_1 \times K_2 \times W_{\text{нв}}$, где K_1=1; K_2 = 1; $W_{нв}$ = 54м); $R_{ош}$ диаметр огненного шара найден по формуле (6) = D_s – 12,25м .

Определяем параметры огненного шара [10]:

Диаметр огненного шара находим по формуле (5):

$$D_s = 6{,}48 \times m^{0{,}325} = 12{,}25\text{м} \quad (6)$$

где: m — масса мгновенно испарившегося продукта, поступившего в окружающее пространство = 7,1кг.

Максимальное давление будет наблюдаться на границе видимости огненного шара или сферы.

Определяем расстояние начала дефлаграции с постоянной скоростью по формуле (7) [9]:

$$R_{\text{н}} = \frac{(W_{max} + W_{min})}{2} \times \tau_{\text{г}} \times a_{\text{н}} = 1{,}75\text{с} \quad (7)$$

где: $\tau_г$ = 0,21с; $a_н$ = 0,3; W_{min} – равна 2,55 м/с; W_{max} = 54 м/с;

Определяем скорость фронта огненного шара невозмущенного влиянием внешних факторов $W_{нв}$ по формуле (8) [9]:

$$W_{\text{нв}} = W_{min} \times \varepsilon \left(1 + A \times \sqrt{\frac{R_p}{\Delta}}\right) \approx 54 \text{ м/с} \quad (8)$$

где: W_{min} – равна 2,55 м/с; ε - коэффициент расширения горючей смеси = 7,55; R_p - длина пути разгона пламени от места воспламенения = 2,45м (1/5 часть радиуса огненного шара); Δ- размер (ширина) детонационной ячейки = 0,30м; A - функция = 0,56.

Определяем параметры энергозапаса горючей смеси по формуле (9) [10]:

$$E = \begin{cases} M_{\text{т}} \times E_{\text{уд}}, & C_{\text{г}} \le C_{\text{ст}} \\ M_{\text{т}} \times E_{\text{уд}} \times \dfrac{C_{\text{ст}}}{C_{\text{г}}}, & C_{\text{г}} > C_{\text{ст}} \end{cases} = 312.4 \text{ МДж} \quad (9)$$

где: $C_Г$ – концентрация горючего вещества в смеси, кг, 7,1; $C_{СТ}$ – стехиометрическая концентрация горючего вещества с воздухом 9,5%; $M_Т$ – масса горючего вещества, содержащегося в облаке, с концентрацией между нижним и верхним концентрационным пределом 7,1 кг; $E_{УД}$ – удельная теплота сгорания горючего вещества (44 МДж/кг) [10].

Определяем время начала постоянного дефлаграции по формуле (10) [9]:

$$t_н = \tau_г \times a_н \ 0{,}06 \text{ с} \tag{10}$$

где: $\tau_г$ = 0,21с; $a_н$ = 0,3.

Определяем t нарастания скорости $\tau_н$ определяется по формуле (11) [9]:

$$\tau_н = a_н \cdot \tau_г = 0.06 \text{ с} \tag{11}$$

где $a_н$ = 0,3; $\tau_г$ = 0,21с.

Определяем максимальную величину избыточного давление на границе огненного шара по формуле (12) [9]:

$$\Delta p_{max} = 24.22 \times \left(\frac{W_{max}}{140}\right)^{1,822} \approx 4{,}2 \text{ кПа} \tag{12}$$

где: W_{max} = 54, определён по формуле ($W_{max} = K_1 \times K_2 \times W_{нв}$, где K_1=1; K_2 = 1; $W_{нв}$ = 54м). Максимальное избыточное давление на границе фронта огненного шара P_{max} ≈ 4,2кПа. Приближаясь к границе огненного шара, скорость фронта огненного шара снижается, дальше избыточное давление передаётся волной сжатия.

Определяем временной интервал действия огненного шара по формуле (13) [9]:

$$t_s = 0{,}92 \times m^{0,303} = 1{,}66 \ c \tag{13}$$

где: m = 7.1 кг.

Определяем величину избыточного давления импульса сжатия на границе огненного шара по формуле (14) [9]:

$$\Delta p = 0{,}97 \times \Delta p_{max} \approx 4{,}5 \text{ кПа} \tag{14}$$

где: $\Delta p_{max} \approx 4{,}2$ кПа.

Определяем величину затухание давление волны сжатия по формуле (15) [9]:

$$\tau_{сп} = a_{сп} \cdot \tau_г = 0.021 \text{ с} \tag{15}$$

где: $a_{сп}$ = 0,1; $\tau_г$ = 0,21с.

Математическая модель показала, что горение начинается на 60 миллисекунде и длится 120 миллисекунд во времени, после чего идёт затухание огненного шара и избыточного давления.

Определено, что воздействие избыточного давления дефлаграционного взрыва на конструкцию здания оказывает максимальное давление в границах огненного шара, в котором избыточное давление ≈ 4,7 кПа, а скорость фронта огненного шара $W_{нв}$ = *54* м/с. По мере удаления фронта огненного шара от места инициации взрыва избыточное давление постепенно затухает при этом диаметр огненного шара достигает D_s = 12,24м.

На рис. 4 приведена экспликация производственного сооружения, защищённого стеновыми панелями (6) и смонтированными ЛСК по стенам (1). Образование пролива горючего газа (3) привело к дефлаграционному взрыву в месте инициации (4) с образованием огненного шара (2), и в последствии волны сжатия (5) после, а также явлений дефлаграционного взрывав состав, состоящий из огненного шара (2).

На рис. 4 показан пример неэффективного распределения ЛСК для защиты здания, где видно, что место инициации взрыва находится на удалённом расстоянии от ЛСК.

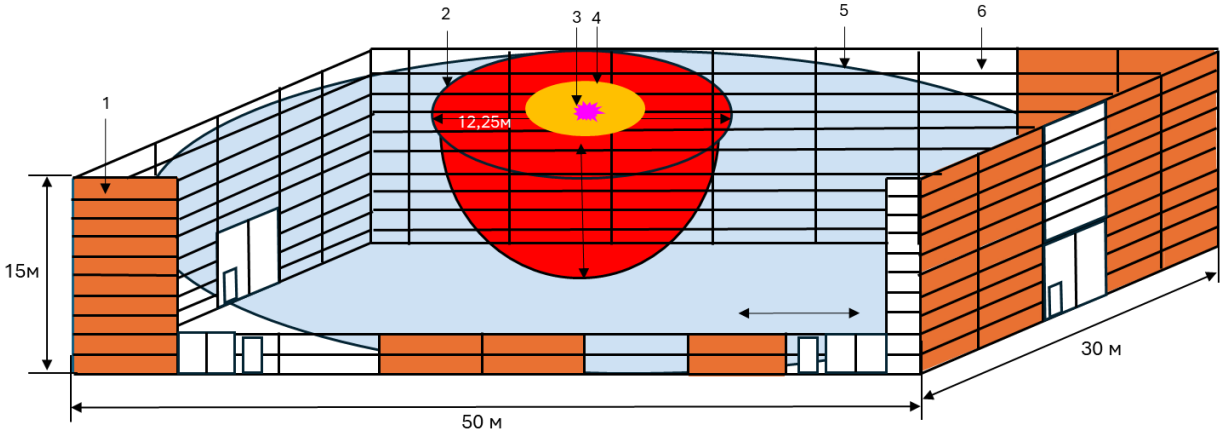


Рис. 4. Образование волны сжатия от дефлаграционного взрыва:
1 – легкосбрасываемая конструкция (сэндвич-панель),
2 – граница огненного шара диаметром 12,24 м, 3 – место инициирования взрыва,
4 – область газовоздушной смеси, 5 – волна сжатия, 6 –стеновая панель.

ВЫВОД

Результат исследования показывает эффективность работы легкосбрасываемых конструкции по защите здания, смонтированных в непосредственной близости к месту инициации взрыва. Также математическим расчётом доказано, что эффективность ЛСК обусловлено расстоянием от места инициации взрыва, чем меньше расстояние от места инициации, тем эффективней работа ЛСК, но только для крупногабаритных сооружений и зданий, так как для сооружений с небольшим объёмом возникает эффект квазистатического давления.

Рекомендация, для защиты крупногабаритных промышленных зданий и сооружений категории А или Б от волны сжатия необходимо на этапе проектирования оценить потенциальные опасные ситуации и риски и сконцентрировать ЛСК там, где большая вероятность образования волн сжатия.

Дальнейшие исследования влияния волны сжатия на ограждающие конструкции будут проведены и практически подтверждены на испытательном стенде (взрывной камере), имеющейся на кафедре Комплексной Безопасности в Строительстве НИИ МГСУ при контролируемом дефлаграционном взрыве пропановоздушной смеси.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сайт: «Нефть и Капитал». Генкин Е. Статья «Обзор крупных нефтегазовых проектов России». / 24.11.2023.// https://oilcapital.ru/news/2023-11-24/neftegazovaya-otrasl-rossii-obzor-krupneyshih-proektov-3064107

2. Воробьёв Ю. Л., Акимов В. А., Соколов Ю. И. Системные аварии и катастрофы в техносфере России. МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2012. 308 с. ISBN 978-5-93970-075-7.

3. Орлов Г. Г., Корольченко А.Д. Нагрузки, разрушающие строительные конструкции в результате аварийных взрывов // Пожаровзрывобезопасность. - 2016. - Т. 25, No 3.- С.45-56. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.03.45-56.

4. K. Ramamurthi. Modeling Explosions and Blast Waves. Textbook © 2021. Latest edition. https://doi.org/10.1007/978-3-030-74338-3.

5. Ramamurthi, K. (2021). Basic Concepts and Introduction to Blast Waves and Explosions. In: Modeling Explosions and Blast Waves. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-74338-3_1.

6. Musayev, V.K. Mathematical Modeling of Explosive and Seismic Impacts on an Underground Structure. Power Technol Eng 57, 875–881 (2024). https://doi.org/10.1007/s10749-024-01751-9.

7. Комаров А. А., Казеннов В. В., Гусев А. А., Громов Н. В. Критерий квазистатичности взрывного давления газопаровоздушных смесей в помещениях // Пожаровзрывобезопасность. - 2015. - Т. 24, № 8. - С. 56–61. DOI: 10.18322/PVB.2015.24.08.56-61.

8. Свод правил СП 56.13330.2021 «СНиП 31-03-2001 Производственные здания» (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 27 декабря 2021 г. N 1024/пр);

9. Мишуев А.В., Хуснутдинов Д.З. Методика расчета нагрузок на здания и сооружения при воздействии внешних аварийных дефлаграционных взрывов. МГСУ, М., 2004.

10. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах введена Приказом МЧС России от 26 июня 2024 г. № 533.

УДК 669.24

О. В. Рева, А. В. Врублевский
Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

ГАЛЬВАНОСИНТЕЗ ТВЕРДЫХ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Разработан способ высокоскоростного электрохимического осаждения плотных мелкозернистых никелевых покрытий с высокой твердостью из стабильного электролита.

Ключевые слова: защитные покрытия, коррозионная стойкость, ударопрочность, твердость, плотная микроструктура.

O. V. Reva, A. V. Vrublevsky

GALVANOSYNTHESIS OF SOLID PROTECTIVE COATINGS FOR PARTS OF EMERGENCY EQUIPMENT

A method for high-speed electrochemical deposition of dense, fine-grained nickel coatings with high hardness from a stable electrolyte has been developed.

Key words: protective coatings, corrosion resistance, impact resistance, hardness, dense microstructure

Покрытия из гальванического никеля традиционно применяются для защиты от коррозии изделий из низкосортных железных и алюминиевых сплавов, поскольку защитные слои не только химически стойки, но также характеризуются высокой твердостью, износостойкостью и жаропрочностью, что особенно важно для деталей аварийно-спасательной техники, повергающихся температурным перепадам, ударным и растягивающим нагрузкам. Несмотря на то, что данная технология давно известна и разнообразные электролиты никелирования описаны в множестве литературных источников, обзор которых суммирован в работе [1], ряд существенных недостатков низкоэнергетической металлизации по-прежнему не устранен. Основными проблемами при электрохимическом синтезе никелевых покрытий являются низкая скорость их кристаллизации, наводораживание, приводящее к хрупкости и растрескиванию покрытий, низкая буферная емкость электролитов и их постепенное отравление продуктами гидролиза соединений никеля [1–3]. Проблема может быть решена за счет разработки электролитов никелирования нового комплексного состава, позволяющих осаждать твердые покрытия с высокой скоростью при относительно небольших температурах.

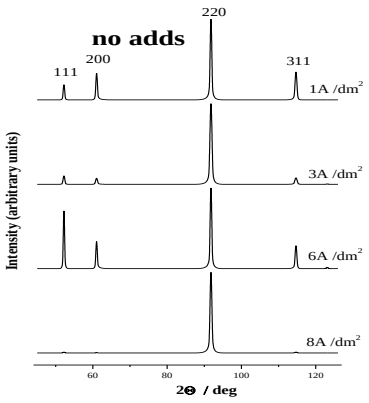
© Рева О. В., Врублевский А. В., 2024

Цель работы состояла в том, чтобы разработать оптимальный состав стабильного электролита никелирования с высокой буферной емкостью, и условия электрокристаллизации никеля, обеспечивающие скоростное формирование плотных мелкозернистых покрытий на деталях сложной формы.

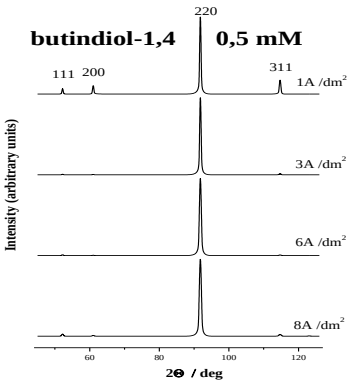
Анализ литературных источников и наши предыдущие исследования дают основания предполагать, что вышеуказанным требованиям может удовлетворять концентрированный кислый кремнефтористый электролит никелирования, который может эксплуатироваться и при температурах 20–50 °С. В результате проведенных исследований рассеивающей способности электролита, его буферной емкости, стабильности состава и особенностей катодных процессов, было установлено следующее. Электроосаждение никеля из кремнефтористого электролита эффективно происходит при концентрации кремнефтористой соли никеля $NiSiF_6$ не ниже 1,5 моль/л. Эффективность катодного восстановления никеля принципиальным образом зависит от pH электролита, который не должен превышать 1,5. В отсутствие буферирующих агентов в процессе электроосаждения pH электролита постепенно возрастает. Методом циклической вольтамперометрии было установлено, что рост pH ведет к образованию в прикатодной области нерастворимого $Ni(OH)_2$, который затрудняет доставку и разряд Ni^{2+}, вследствие чего превалирующим процессом на катоде становится разряд и выделение водорода, а никель осаждается в виде черного оксида NiO. Для решения проблемы в раствор вводили ряд неорганических кислот в количестве 0,1–0,3 моль/л, оптимальное сочетание которых позволило осаждать светлые матовые покрытия в значительном диапазоне плотностей тока: i = 1–10 А/дм^2, при стабильном поддержании pH 1,1–1,3. Катодный выход по току составлял 85–96 %, при этом обеспечивалась скорость роста покрытий до 80 мкм/час.

Известно, что многие свойства гальванических никелевых покрытий (механическая прочность, микротвердость, коррозионная устойчивость, износостойкость, магнитные свойства и др.) зависят от их текстуры и размеров зерен. Однако для обеспечения наиболее высоких физико-механических характеристик покрытий в каждом конкретном случае требуется поиск условий оптимального сочетания скоростей зародышеобразования и роста зародышей в изучаемом электролите. При существенном превалировании какого-то из процессов покрытия будут растрескиваться или деформироваться либо сжимающими, либо растягивающими внутренними напряжениями. Способами регулирования скоростей зародышеобразования и роста зерен являются варьирование плотности катодного тока и концентрации введенных в электролит блескообразующих добавок. Химическая природа добавок определяет их специфическую адсорбцию на определенных гранях растущих кристаллов, что нивелирует различного рода напряжения в покрытиях, а также повышает плотность упаковки слагающих их зерен.

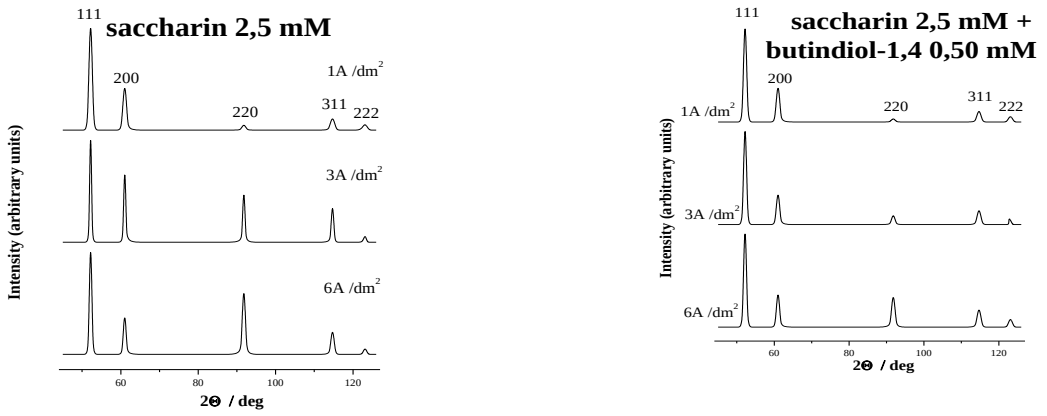
Для выявления оптимальных условий кристаллизации плотных мелкозернистых твердых пленок из кремнефтористого электролита нами было проведено детальное рентгенографическое исследование зависимости текстуры никелевых покрытий от концентрации блескообразующих добавок и плотности тока. Установлено, что осажденный из кремнефтористого электролита никель имеет кубическую гранецентрированную решетку, причем преобладающим направлением роста текстуры является грань (110), что нехарактерно для электролитических осадков никеля из других растворов. При увеличении плотности тока доминирующая по интенсивности текстура никеля меняется достаточно сложным образом (рис. 1а), что свидетельствует о формировании при различных плотностях тока в прикатодной зоне различных гидроксо- и аква- комплексных соединений никеля, в результате специфической адсорбции тормозящих или промотирующих рост той или иной грани кристаллической решетки. В присутствии добавки бутиндиол-1,4 осаждаются покрытия со строго ориентированной текстурой: преобладает плоскость (110) (рис. 1б). Покрытия, полученные в присутствии в растворе сахарина, характеризуются большим уширением рефлексов (рис. 1в). Направление основной текстуры (111) — плоскости, параллельной поверхности, говорит о сильном ингибировании роста кристаллов металла по всем остальным направлениям. С ростом плотности тока растет относительная интенсивность рефлексов грани (220), что явно связано с изменением факторов, влияющих на специфическую адсорбцию сахарина на растущих гранях. Рентгенограммы никелевых покрытий, полученных в присутствии в растворе совместно сахарина и бутиндиола, характеризуются преобладанием в текстуре плоскости (111) с областью когерентного рассеяния (ОКР) не более 25 нм. С увеличением плотности тока возрастает интенсивность рефлекса (220), а интенсивность текстуры плоскости (100) при этом не изменяется (рис. 1г).



а



б

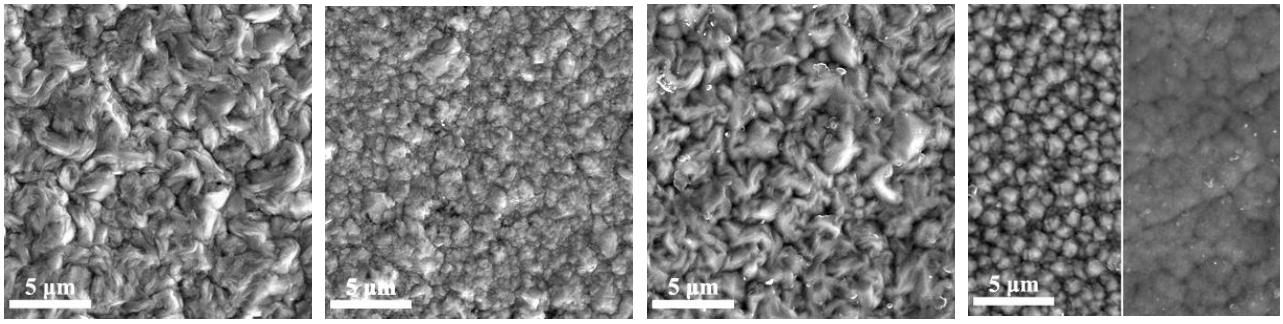


В **Г**

Рис. 1. Рентгенограммы никелевых покрытий толщиной 30 мкм, полученных из кремнефтористого электролита при разных плотностях тока в присутствии добавок

Полученные данные свидетельствуют о том, что сахарин оказывает решающее влияние на формирование текстуры никелевых покрытий в кремнефтористом электролите и преобладает над бутиндиолом в конкурентной адсорбции на растущих активных гранях.

При исследовании морфологии и микроструктуры поверхности покрытий методом сканирующей электронной микроскопии было установлено, что поверхность слоев никеля очень плотно упакованная, однородная, без трещин и микропор. На поверхности покрытий, полученных из исходного кремнефтористого электролита, наблюдаются объемные кристаллиты пирамидального типа с размерами 2–5 мкм и криволинейными границами (рис. 2а), причем изменение плотности тока практически не влияет на особенности морфологии поверхности. Очевидно, такую необычную для гальванического никеля морфологию поверхности определяет текстура (110). Введение бутиндиола практически не сказывается на микроструктуре полученных никеля — у всех исследованных образцов она напоминает микроструктуру покрытий, полученных без добавок. Введение сахарина (в том числе совместно с бутиндиолом) приводит к уменьшению размеров кристаллитов, из которых сформированы покрытия до 0,5–2 мкм, а также к сглаживанию и уплотнению рельефа пленки, в особенности в совместном присутствии (рис. 2 б-г). Следует ожидать, что именно эти покрытия будут обладать наиболее высокими физико-механическими характеристиками.



а (без добавок) **б (сахарин)** **в (бутиндиол)** **г (сахарин + бутиндиол)**

Рис. 2. Микроструктура никелевых покрытий толщиной 30 мкм, полученных из кремнефтористого электролита при плотности тока 6 А/дм^2

Действительно доказано, что введение в электролит сахарина в 2–3 раза (до 3000–4700 МПа) увеличивает микротвердость блестящих никелевых покрытий по сравнению с матовыми, тогда как присутствие бутиндиола-1,4 незначительно влияет на микротвердость пленок — она находится в диапазоне 2200-2500 МПа. Для покрытий, полученных из кремнефтористого электролита без добавок, значение микротвердости составляет 1300–2500 МПа, что превышает в 6–8 раз микротвердость никеля, осаждаемого из сульфаматного электролита (200–230 МПа) [4], и в 3–5 раз никеля, осаждаемого из электролита Уоттса (600–900 МПа) [5]. С увеличением плотности тока микротвердость покрытий изменяется достаточно сложным образом в зависимости от типа и концентрации добавки (рис. 3).

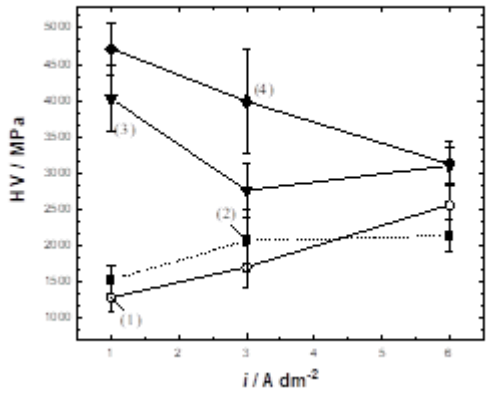


Рис. 3. Зависимость микротвердости никелевых покрытий толщиной 60 мкм от плотности тока: (1) без добавок; (2) в присутствии бутиндиола; (3) сахарина; (4) бутиндиола и сахарина

Следует отметить, что максимальное значение твердости — 4700 МПа — соответствует небольшой плотности тока 1 А/дм^2; что коррелирует с данными о плотности упаковки зерен и текстуре пленок. Во всех случаях высокой микротвердостью отличаются покрытия с преимущественной текстурой (111). Кроме того, микротвердость полученных никелевых покрытий можно связать с

размером ОКР: чем меньше ОКР (в присутствии сахарина) — тем выше микротвердость никелевого слоя.

В результате проведенного исследования разработан способ высокоскоростного электрохимического осаждения плотных мелкозернистых никелевых покрытий с высокой твердостью из стабильного электролита. Эти покрытия не ограничены по толщине, и с учетом высокой коррозионной стойкости никеля являются надежной защитой деталей ПАСТ от неблагоприятных воздействий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гамбург Ю.Д. Электрохимическая кристаллизация металлов и сплавов / М.: Янус-К, 1997. – 384 с.

2. R. Orinakova, A. Turonova, D. Kladekova Recent developments in the electrodeposition of nickel and some nickel-based alloys // J. of Applied Electrochem.– V.63.– 2006.– P.234-241.

3. T. Fritz, H. Cho, K. Hemker Characterization of electroplated Ni // Microsystem Technologies.– V.9.– 2002.– P.73-79.

4. Rasmussen A.A., Moller P., Somers, A.J. Microstructure and thermal stability of nickel layers electrodeposited from an additive-free sulphamate-based electrolyte. // Surface and coatings technology. – 200. – 2006.

5. Pavlatou E.A., Raptakis M., Spyrellis N. Synergistic effect of 2-butyne-1,4-diol and pulse plating on the structure and properties of nickel nanocrystalline deposits // Surface and coatings technology. – 2006.

УДК 614.841.45

А. Е. Руденко, С. С. Косицкий, В. Н. Сопот
Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ВООРУЖЕННЫХ СИЛ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В статье рассматриваются вопросы оснащения объектов Вооруженных Сил Российской Федерации средствами противопожарной защиты. Обсуждается необходимость качественного и своевременного проведения работ по проектированию и монтажу систем противопожарной защиты для эксплуатируемых зданий, сооружений, производственных объектов.

Ключевые слова: пожарная безопасность, средства противопожарной защиты, техническое переоснащение

© Руденко А. Е., Косицкий С. С., Сопот В. Н., 2024

A. E. Rudenko, S. S. Kositsky, V. N. Sopot

IMPROVING THE FIRE SAFETY SYSTEM OF CAPITAL CONSTRUCTION FACILITIES OF THE ARMED FORCES OF THE RUSSIAN FEDERATION

The article discusses the issues of equipping the facilities of the Armed Forces of the Russian Federation with fire protection equipment. The need for high-quality and timely design and installation of fire protection systems for operated buildings, structures, production facilities is discussed.

Keywords: fire safety, fire protection equipment, technical re-equipment

К основным задачам пожарной охраны Вооруженных Сил относят организацию, совершенствование и планирование развития системы обеспечения пожарной безопасности. В целях развития системы обеспечения пожарной безопасности и решения возникающих вопросов в процессе эксплуатации, ремонта и технического переоснащения объектов военной инфраструктуры вносятся предложения по модернизации пожарно-технической продукции, а также осуществляется контроль за полнотой и качеством услуг.

Одним из вопросов, касающихся оснащения объектов Вооруженных Сил Российской Федерации средствами противопожарной защиты является качественное и своевременное проведение работ по проектированию и монтажу систем противопожарной защиты для эксплуатируемых зданий, сооружений, производственных объектов.

С целью обеспечения пожарной безопасности и своевременного пожаротушения используют средства, предназначенные для:

- предотвращения взрывопожароопасных ситуаций;
- снижения риска возникновения и развития пожара;
- ограничения распространения опасных факторов пожара, в том числе повышенной концентрации токсичных продуктов горения и термического разложения;
- тушения пожара;
- спасения людей;
- ликвидации последствий пожара;
- защиты жизни и (или) здоровья человека, имущества и окружающей среды;
- снижения риска причинения вреда и (или) нанесения ущерба [1,2].

Системой обеспечения пожарной безопасности в Вооруженных Силах в качестве одной из основополагающих задач заявлены разработка и внедрение современных способов и технологий обнаружения и предотвращения пожаров, в том числе посредством проектирования, монтажа или обеспечения надлежащего технического состояния. Технологии обеспечения пожарной безопасности представлены:

- системами и установками пожаротушения;
- системами пожарной сигнализации;

- установками противопожарного водоснабжения;
- системами оповещения и эвакуации людей при пожаре;
- автоматическими системами (элементами автоматических систем) противодымной вентиляции;
- противопожарные занавесы и завесы и т.п.

Помимо разработки и внедрения описанных выше систем обеспечения пожарной безопасности необходимо предусмотреть и обеспечить качественную диспетчеризацию и своевременное проведение пусконаладочных работ. В отношении указанных систем и установок также предусматривается проведение мероприятий по заполнению проемов в противопожарных преградах и применению огнезащитных средств.

Для проектируемых зданий и сооружений, в отношении которых отсутствуют требования пожарной безопасности, установленные нормативными правовыми актами Российской Федерации и нормативными документами по пожарной безопасности, предусматривается выполнение комплекса мероприятий по обеспечению пожарной безопасности объектов военной инфраструктуры Вооруженных Сил в соответствии со специальными техническими условиями (СТУ).

Требования по оснащению объектов защиты средствами обеспечения пожарной безопасности определены различными нормативными актами как на международном уровне, так и на уровне Российской Федерации. Они включают в себя государственные стандарты, национальные стандарты, своды правил, правила противопожарного режима, а также ведомственные приказы и распоряжения. Один из важных нормативных документов, регулирующих пожарную безопасность, — это Технический регламент Евразийского экономического союза «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения» (ТР ЕАЭС 043/2017). Он устанавливает обязательные требования к средствам пожарной безопасности, включая системы пожаротушения и другие средства, используемые для предотвращения и тушения пожаров. В России также действует Федеральный закон от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Этот закон устанавливает общие требования к пожарной безопасности и регулирует процедуры сертификации и контроля соответствия средств пожарной безопасности. Принятое Постановление Правительства Российской Федерации от 1 сентября 2021 года № 1464 «Об утверждении требований к оснащению объектов защиты автоматическими установками пожаротушения, системой пожарной сигнализации, системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре» устанавливает конкретные требования к оборудованию и системам, которые должны быть установлены на объектах защиты, чтобы обеспечить эффективную пожарную безопасность. Вместе эти нормативные акты обеспечивают системный подход к обеспечению пожарной безопасности и помогают предотвратить пожары, а также минимизировать возможные последствия. Они определяют требования к

оборудованию, системам и процедурам, которые должны быть соблюдены на объектах защиты. Соблюдение этих требований является обязательным и способствует сохранению жизни и имущества.

Основные требования к оснащению объектов защиты автоматическими установками пожаротушения, системой пожарной сигнализации, системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре представлены в приложениях 1-5 Постановления Правительства Российской Федерации № 1464 от 1 сентября 2021 г. [3].

Проводимые для этих целей работы по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений предоставляются в соответствии с Федеральным законом от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности». В новой редакции, в ст. 24, добавлен такой вид деятельности как проектирование средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений [4].

В целях реализации комплексного подхода к установке систем противопожарной защиты на различных объектах, предлагается перечень параметров, необходимых для проектирования указанных систем с учетом специфики их эксплуатации, в том числе данные общего характера. Безусловно, необходимы данные по введению в эксплуатацию объекта защиты, в том числе даты: ввода в эксплуатацию, реконструкции, капитального ремонта, класс функциональной пожарной опасности, класс конструктивной пожарной опасности. Если во время эксплуатации объекта класс функциональной пожарной опасности был изменен, то в документах эта информация обязательно фиксируется с указанием даты [5].

Класс конструктивной пожарной опасности — классификационная характеристика зданий, сооружений, строений и пожарных отсеков, определяемая степенью участия строительных конструкций в развитии пожара и образовании опасных факторов пожара. При этом предлагается учитывать ряд конструктивных особенностей: этажность, площадь этажа в пределах пожарного отсека здания, материал фундамента, пола, колонн (при наличии), перекрытий, кровли, перегородок. Учитывать наличие и расположение в здании лестничных клеток, количество пожарных отсеков, выходов [6].

Классификация зданий, сооружений, строений и помещений по пожарной и взрывопожарной опасности играет важную роль в обеспечении пожарной безопасности. Ее целью является предотвращение возможности возникновения пожара и защита людей и имущества в случае его возникновения. Для этого необходимо определить принадлежность каждого объекта к соответствующей категории. Классификация основывается на нескольких факторах. Во-первых, учитывается вид хранящихся или обрабатываемых веществ и их пожароопасные свойства. Различные вещества могут иметь разный уровень опасности, поэтому важно установить соответствующие требования для каждой категории объектов. Во-вторых, учитывается количество и особенности

технологических процессов, которые происходят в зданиях, сооружениях, строениях и помещениях. Некоторые процессы могут быть более опасными с точки зрения возможности возникновения пожара или его распространения. Поэтому необходимо установить соответствующие меры безопасности для каждой категории. Третий фактор, учитываемый при классификации, - это объемно-планировочные решения помещений. Они могут влиять на способность здания справиться с пожаром и обеспечить эвакуацию людей. Например, широкие коридоры и удобные пути эвакуации могут существенно повысить безопасность. Категории, степень огнестойкости зданий, сооружений, строений и пожарных отсеков, а также классы их функциональной и конструктивной пожарной опасности указываются в проектной документации на объекты капитального строительства и реконструкции. Это позволяет учитывать все необходимые меры безопасности еще на стадии проектирования и строительства. Таким образом, классификация зданий и сооружений по пожарной и взрывопожарной опасности является важным инструментом для обеспечения пожарной безопасности. Она позволяет установить соответствующие требования и меры безопасности для каждой категории объектов, что способствует предотвращению пожаров и защите людей и имущества в случае их возникновения.

Оснащение средствами обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений, закрепленных за федеральными государственными автономными и бюджетными учреждениями, подведомственными Министерству обороны Российской Федерации, проводится по государственному заданию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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

2. Технический регламент Евразийского экономического союза № 40 от 23.06.2017 г. «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения»

3. Постановление Правительства Российской Федерации от 1 сентября 2021 г. № 1464 «Об утверждении требований к оснащению объектов защиты автоматическими установками пожаротушения, системой пожарной сигнализации, системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре».

4. Федеральный закон № 69 от 21 декабря 1994 г. «О пожарной безопасности».

5. Руденко А.Е. Мероприятия обеспечения пожарной безопасности объектов военной инфраструктуры / А.Е. Руденко, В.Н Сопот, Кадочникова Е.Н. В сборнике: Коммунально-эксплуатационное обеспечение военной инфраструктуры: горизонты будущего. Сборник статей. Санкт-Петербург, 2023. С. 211-215.

6. Коробейников М.В., Кадочникова Е.Н. Автоматизированные системы обеспечения пожарной безопасности производственных объектов. В сборнике: Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов. Сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 2021. С. 163-166.

УДК 614.841.415

А. И. Рябиков, А. А. Варламкин, О. И. Грузинова, И. А. Сорокина
Федеральное государственное бюджетное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ К ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАМ ОБЪЕКТА ЗАЩИТЫ

Определены основные направления развития требований пожарной безопасности к электроустановкам объекта защиты путем переработки действующих и введения новых норм пожарной безопасности.

Ключевые слова: пожарная безопасность, объект защиты, электроустановки, кабельные линии, электроснабжение.

A. I. Ryabikov, A. A. Varlamkin, O. I. Gruzinova, I. A. Sorokina

IMPROVEMENT OF FIRE SAFETY REQUIREMENTS FOR ELECTRICAL INSTALLATIONS OF THE OBJECT OF PROTECTION

The main directions of development of fire safety requirements for electrical installations of the object of protection are determined by reworking existing and introducing new fire safety standards.

Keywords: fire safety, object of protection, electrical installations, cable lines, power supply.

Одним из важных направлений технического регулирования в области пожарной безопасности является пожарная безопасность электроустановок. Значимость указанного направления технического регулирования обусловлена значительным количеством пожаров от электрооборудования [1]. В настоящее время специалистами института ведется работа по разработке окончательной редакции проекта свода правил СП 6.13130 «Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты. Электроустановки низковольтные. Требования пожарной безопасности». Целью данной работы является конкретизация существующих требований [2] и исключение разночтений и противоречий нормативных документов в области пожарной безопасности, а также введение дополнительных требований к электрооборудованию зданий, сооружений и наружных установок, что позволит повысить уровень пожарной безопасности объектов защиты.

С целью совершенствования нормативно-правового регулирования в области пожарной безопасности электроустановок специалистами института проанализированы поступившие обращения от граждан и организаций по

© Рябиков А. И., Варламкин А. А., Грузинова О. И., Сорокина И. А., 2024

вопросам, связанным с обеспечением пожарной безопасности и разъяснением нормативно-технической документации, выполнен анализ применяемого электрооборудования и различных технических решений для системы пожарной сигнализации и автоматизации систем противопожарной защиты. Проведена масштабная разъяснительная работа в отношении первой редакции проекта свода правил на различных информационных площадках.

На основании выполненных мероприятий подготовлена окончательная редакция проекта свода правил, положения которого позволят усовершенствовать требования пожарной безопасности к электроустановкам объекта защиты и повысить надежность работы систем противопожарной защиты:

- расширена область применения [2] путем внесения требований к наружным электроустановкам;
- приведен ряд новые терминов и определений, позволяющих конкретизировать требования к электроустановкам, электропроводкам и линиям связи, в том числе для систем противопожарной защиты;
- введены понятия категорий электроприемников по надежности электроснабжения ввиду отсутствия данных положений в действующих нормативных правовых документах по пожарной безопасности, а также обновлены требования к организации электроснабжения в зависимости от категории электроприемников по надежности электроснабжения;
- усовершенствованы требования к питанию электроприемников систем противопожарной защиты путем введения норм, предъявляемых к электрооборудованию, в целях исключения потери электроснабжения на объекте в целом;
- установлены требования к питанию электроприемников связанных с безопасностью систем;
- конкретизированы требования в отношении учета электроэнергии, потребляемой на нужды систем противопожарной защиты на объекте защиты;
- установлены нормы, предписывающие необходимость выполнения мероприятий в отношении жестких конструкций (огнестойких коробов) при прохождении участков, оборудованных деформационными швами в строительных конструкциях;
- определен способ расчета проверки от ложных срабатываний в пусковом режиме с учетом пусковых токов (апериодической составляющей пускового тока) двигателей (приводов) автоматических, в т.ч. роботизированных, установок пожаротушения, внутреннего противопожарного водопровода пожаротушения и двигателей (приводов) противодымной вентиляции;
- добавлены нормы к радиоканальным устройствам систем противопожарной защиты, электропроводкам наружных установок, цепям питания аварийного (эвакуационного) освещения, а также к организации питания лифтов для транспортировки подразделений пожарной охраны в зданиях и сооружениях;

- введены требования к размещению электропроводок и линий связи систем противопожарной защиты по отношению к другим инженерным сетям, не относящихся к системам противопожарной защиты;
- конкретизированы случаи, позволяющие не применять электропроводки и линии связи в исполнении «нг-FR»;
- требования к электрооборудованию систем противопожарной защиты полностью переработаны и актуализированы;
- выполнен пересмотр положения о разделении кабелей по назначению и распределение линий по напряжению, что позволит внести четкость требований к прокладке кабелей;
- конкретизированы положения о совместной прокладке кольцевых линий связи;
- установлено минимальное время, необходимое для выполнения системами противопожарной защиты своих функций в условиях стандартного температурного режима пожара по ГОСТ Р 53316 [3] с допущением внесений корректировок для отдельных подсистем в составе систем противопожарной защиты объекта защиты, исходя из его объемно-планировочных решений и специфики;
- введен новый раздел требований к обеспечению пожарной безопасности низковольтных электроустановок объекта защиты, в котором определены нормы к конструкции, исполнению, способу установки, классу изоляции и степени защиты электрооборудования, а также к изделиям погонажным электромонтажным, используемым при прокладке электропроводок и линий связи систем противопожарной защиты;
- конкретизирована область применения кабельных изделий, прокладываемых открыто, с учетом их типа исполнения и классов зданий по функциональной пожарной опасности;
- установлен порядок проведения периодических измерений сопротивления изоляции для электропроводок, а также определение критериев категории риска.

Введение новых и актуализация действующих требований пожарной безопасности к электроустановкам позволит существенно повысить уровень пожарной, а также оптимизировать и упростить проектирование и монтаж на объекте защиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: информ.-аналит. сб. Балашиха: ВНИИПО, 2023. 80 с.

2. СП 6.13130.2021. Системы противопожарной защиты. Электроустановки низковольтные. Требования пожарной безопасности. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/603668016 – (дата обращения: 30.09.2024).

3. ГОСТ Р 53316-2021. Электропроводки. Сохранение работоспособности в условиях стандартного температурного режима пожара. Методы испытаний.

[Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/1200180917 – (дата обращения: 30.09.2024).

УДК 614.8

А. Х. Салихова, С. А. Сырбу, Е. В. Баринова, О. С. Чуприна
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ПЛАМЕНИ ТЕХНИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ

Разработка и производство современных технических тканей, обеспечивающих защиту от повышенных температур, брызг и искр расплавленного металла, теплового излучения является одним из приоритетных направлений деятельности текстильных предприятий в условиях импортозамещения. Необходимо постоянно улучшать потребительские и защитные свойства от воздействия открытого пламени, конвективного тепла и повышенной температуры. В статье приведены результаты исследований по разработке новых композиций, которые повышают устойчивость к воздействию открытого пламени, для тканей технического назначения.

Ключевые слова: специальная одежда, техническая ткань, огнезащита, устойчивость, открытое пламя, уротропин

A. Kh. Salikhova, S. A. Syrbu, E. V. Barinova, O. S. Chuprina

IMPROVING THE FIRE RESISTANCE OF TECHNICAL FABRICS

Development and production of modern technical fabrics that provide protection against high temperatures, splashes and sparks of molten metal, thermal radiation is one of the priority areas of activity of textile enterprises in the context of import substitution. It is necessary to constantly improve consumer and protective properties against exposure to open flame, convective heat and high temperature. The article presents the results of research on the development of new compositions that increase resistance to open flame for technical fabrics.

Key words: special clothing, technical fabric, fire protection, resistance, open flame, urotropine

Специальная одежда должна отличаться высоким качеством в течение всего срока службы, с прочной окраской, низкими показателями усадки, с различными видами пропиток и дополнительными отделками, осуществляющими защиту от температурных, общепроизводственных и специальных рисков. Кратко требования к специальной одежде можно сформулировать следующим образом: защита, функциональность, эргономичность.

© Салихова А. Х., Сырбу С. А., Баринова Е. В., Чуприна О. С., 2024

Особое внимание необходимо обратить на одежду для защиты от повышенных температур — специальная одежда, позволяющая защитить работника от воздействия высоких температур, открытого пламени, брызг и искр расплавленного металла, контактного и конвекционного тепла. Такая одежда производится для людей, работающих в условиях повышенного риска: проведение сварочных работ, работ в горячих цехах, у доменных печей, а также одежда для военных и комплекты боевой одежды пожарного [1].

Одним из главных показателей одежды такого типа является огнезащита. Производство должно быть сертифицировано по российским ГОСТам и соответствовать требованиям норм промышленной безопасности. Важность создания огнезащищенных технических тканей обусловлена тем, что текстильные материалы являются серьезным источником опасности во время пожаров.

Рассмотрим огнезащитные пропитки тканей с использованием технологии ПРОБАН, предложенной одноимённой фирмой в США (Афламмит SAP — европейский аналог). Способ нанесения и технология отделки определяют положительные и отрицательные стороны процесса, подробно описанные в работе [2].

Актуальным вопросом является поиск альтернативных огнезащитных составов и снижение трудоемкости процесса нанесения уже известных композиций.

Исходя из вышесказанного целью нашей работы является:

- поиск альтернативного ПРОБАН перманентного состава для отделки хлопчатобумажных тканей
- поиск безаммиачного способа нанесения ПРОБАН с меньшим числом стадий

Для исследования были использованы образцы тканей Молескин С27-ЮД (обработанный неперманентным составом) и Саржа металлизированная С4А цвет К-25-5 (обработанный перманентным составом)

Молескин С27-ЮД (поверхностная плотность — 250 г/м^2) применяется для пошива специальной одежды для защиты от общих производственных загрязнений и воздействия серной кислоты концентрацией до 20 %.

Молескин — толстая хлопчатобумажная ткань атласного или саржевого переплетения с начесом на внутренней поверхности ткани.

Саржа металлизированной артикул С4А цвет К-25-2 — грубая хлопчатобумажная, шелковая или штапельная ткань с диагональным расположением полосок на лицевой стороне.

Ткань содержит синтетические основные и уточные нити на основе термостойких полимеров и имеет на лицевой стороне металлизированное покрытие. Ткань дополнительно содержит нити, состоящие из нетермостойких полимеров. Применяется для изготовления спецодежды, в том числе и с огнезащитной обработкой.

Эксперимент был посвящен поиску альтернативного аммиаку вещества, способного полимеризовать Афламмит SAP (PROBAN) на хлопчатобумажных тканях. Отметим, что Афламмит SAP и PROBAN коммерческие названия одного и того же соединения.

Была предпринята попытка нанесения азотно-фосфорного антипирена (Афламмит SAP) в одну стадию, в отличие от нескольких промышленных. В качестве связующего агента был предложен уротропин, характеризующийся низкой стоимостью, широким применением уротропина в качестве отвердителя в производстве фенопластов, антисептического средства для производства индустриальной продукции специального назначения.

Предварительно был проведён эксперимент по полимеризации Афламмит SAP с уротропином. Для этого смесь Афламмита SAP и водного раствора уротропина была нанесена на стекло и помещена в сушильный шкаф при температуре 100 °С. Процесс полимеризации прошел в присутствии паров уксусной кислоты. Полученная полимерная масса была нерастворима в воде. После проведённого эксперимента был проведён расчёт по уравнению реакции взаимодействия Афламмит SAP + уротропин и был приготовлен раствор, который был нанесён на образцы молескина и саржи.

После нанесения пропитки образцы молескина изменили цвет с чёрного на защитный. Окраска образцов саржи осталась устойчивой.

Далее образцы высушили в сушильном шкафу при температуре 100 °С. Отметим, что в процессе сушки происходило выделение формальдегида. Следующую термофиксацию проводили при температуре 160 °С, при этом выделялись фосфорорганические соединения с резким запахом. Испытания огнезащитных свойств образцов проводились в соответствии с ГОСТ 11209-85 [3]. Исследуемый состав обладал огнезащитными свойствами, так как образцы ткани после удаления из пламени не горели и не тлели. Но высота обугливания образцов молескина составила 7 см. Высота обугливания образцов саржи металлизированной составила 2 см. Такую же высоту обугливания дают образцы тканей с промышленной отделкой препаратами Афламмит SAP.

Итоги работы:

1. Предложен альтернативный многостадийному промышленный способ нанесения препарата Афламмита SAP на молескин и саржу.

2. Для молескина предложенный способ отделки является перманентным в отличие от неперманентного промышленного.

3. Выявлено огнезащитное действие состава на основе Афламмита SAP и уротропина для саржи и молескина.

4. Недостатком нанесения состава на основе афламмита и уротропина является выделение токсичных продуктов при термофиксации.

5. Результаты работы могут быть использованы специалистами работающими над созданием одежды для людей, работающих в условиях повышенного риска: проведение сварочных работ, работ в горячих цехах, у

доменных печей, а также одежда для военных и комплекты боевой одежды пожарного.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архиреев, К. Э. Исследования по определению возможности увеличения срока службы боевой одежды пожарного / К. Э. Архиреев, И. Д. Игнатова, В.И. Логинов // Пожарная безопасность. –2014. – №4. – С. 61-65.

2. Сырбу С.А., Салихова А.Х., Федоринов А.С. Огнезащита текстильных материалов: монография – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. – 75 с.

3. ГОСТ 11209-85 Ткани хлопчатобумажные и смешанные защитные для спецодежды. Технические условия.

УДК 614.841.1

С. Ф. Свирщевский, С. Л. Лейнова, Г. А. Соколик, С. Я. Рубинчик
Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ ПОЛИМЕРМИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ПОЛА

Проведена сравнительная оценка токсичности продуктов горения полимерминеральных покрытий, изготовленных на основе полиуретановой, эпоксидной и метилметакрилатной смол.

Ключевые слова: токсичность продуктов горения, пожарная безопасность, полимерные напольные покрытия

S. F. Svirshchevsky, S. L. Leinova, G. A. Sokolik, S. Ya. Rubinchik

STUDY OF TOXICITY OF COMBUSTION PRODUCTS OF POLYMER-MINERAL FLOOR COATINGS

A comparative assessment of the toxicity of combustion products of polymer-mineral coatings made on the basis of polyurethane, epoxy and methylmethacrylate resins was carried out.

Key words: toxicity of combustion products, fire safety, polymer floor coverings

Применение полимерминеральных (полимерных) композиций позволяет создавать в помещениях напольные покрытия, которые устойчивы к механическим повреждениям, имеют высокую износостойкость, обеспечивают

© Свирщевский С. Ф., Лейнова С. Л., Соколик Г. А., Рубинчик С. Я., 2024

гигиеническую и экологическую чистоту, а также выполняют декоративные функции.

Полимерминеральные композиции могут быть одно-, двух- или трехкомпонентные. Самые распространенные композиции — двухкомпонентные, состоящие из базового материала и отвердителя. База (основа) содержит полимерную смолу, пигменты и наполнитель. Помимо базы и отвердителя в состав таких композиций входят различные специальные добавки.

Основной компонент полимерминеральных композиций базовое вещество — полимерное связующее, которое определяет основные свойства (прочность, износостойкость, эластичность) и, соответственно, область применения материалов каждой группы. Разделение на группы (классификация композиций) проводится в соответствии с природой используемого базового полимера: это композиции, изготовленные на основе полиуретановых, эпоксидных или метилметакрилатных смол. Имеются полимерные композиции, изготовленные на основе других смол, в частности, полиэфирных, но напольные покрытия на такой основе не получили широкого распространения из-за низкой устойчивости к механическим повреждениям.

В табл. 1 приведены основные свойства полимерминеральных композиций трех основных групп, используемых для устройства пола.

Таблица 1. **Свойства напольных покрытий и особенности их применения**

Группа полимерных композиций	Свойства	Применение
Полиуретановые	Сочетают в себе высокую твердость и эластичность, обладают низкой химической стойкостью и большим водопоглощением. Обладают устойчивостью к ударным нагрузкам.	Используются в помещениях с постоянной вибрацией, а также с жесткими абразивными нагрузками. Применяются в жилых, бытовых помещениях, в санузлах, лоджиях, кухнях.
Эпоксидные	Обладают высокой адгезией, химической стойкостью, прочностью. Малоэластичны, не стойки к ударным нагрузкам, к отрицательным температурам.	Используются в помещениях с высокими механическими нагрузками и высокой интенсивностью воздействия жидкостей, в том числе, агрессивных.
Метилметакрилатные	Обладают стойкостью к перепадам температур. Способны к быстрому отвердеванию, не скользят.	Используются в помещениях, в которых необходимо обеспечить быстрое начало эксплуатации.

Приведенные в табл. 1 данные показывают, что основные свойства и область применения полимерминеральных покрытий определяются, в первую очередь, природой полимерного вещества, входящего в их состав.

По типу наполнителя наливные полы делятся на изготовленные с применением наполнителя окрашенного (кварцевый песок); неокрашенного фракционированного или нефракционированного (кварцевый песок, корунд), наполнителя из резиновой или гранитной крошки или каких-либо других негорючих материалов (металл, кремень).

Специальные добавки позволяют придать полимерной композиции такие дополнительные свойства, как, например, антистатичность, электропроводность, эластичность, дополнительную устойчивость к действию биологических и химических реагентов и др.

Выбор того или иного варианта покрытия определяется предполагаемыми условиями использования помещения, а также экономическими возможностями и наличием строительных материалов.

Наряду с высокими эксплуатационными характеристиками, полимерные покрытия для устройства пола должны удовлетворять необходимым требованиям по пожарной безопасности. При возгорании они могут служить источником дыма и токсичных газообразных веществ внутри того помещения, где они используются, а также проникать в соседние, поэтому изучение их пожарной опасности, в частности, токсичности продуктов горения, имеет существенное значение при оценке возможного влияния на здоровье и безопасность людей в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

Контроль токсичности продуктов горения материалов, используемых при строительстве и отделке жилых и общественных зданий, является обязательным и регламентирован различными нормативными документами, действующими на территории Республики Беларусь, а также многочисленными ГОСТами и СТБ, которые предусматривают определение токсичности продуктов горения конкретных типов материалов.

Целью настоящей работы было исследование и проведение сравнительной оценки токсической опасности газообразных продуктов, образующихся при возгорании полимерминеральных покрытий, изготовленных на основе полиуретановой, эпоксидной или метилметакрилатных смол.

Требования к полимерминеральным композициям для устройства пола, в том числе по пожарной безопасности, изложены в [1].

Токсическая опасность газовой смеси, образующейся при возгорании исследованных материалов, оценивалась на основании полученных значений показателей токсичности продуктов горения и удельных выходов оксида углерода (CO).

Показатель токсичности продуктов горения (H_{CL50}, г/м^3) определялся в соответствии с [2] и рассчитывался как отношение количества исследуемого материала к единице объема замкнутого пространства, в котором образующиеся при горении материала газообразные продукты вызывают гибель 50 % подопытных животных.

Удельные выходы оценивались как отношение концентрации анализируемого газа в замкнутом объеме установки к массе испытываемого образца (мг/г). В крови животных, погибших во время эксперимента, определялось содержание карбоксигемоглобина [3].

Всего было проанализировано около 100 образцов с указанным составом основных компонентов.

В соответствии с [2], к классу опасности Т1 (малоопасные) относятся материалы с показателями токсичности продуктов горения H_{CL50} не менее 120 г·м$^{-3}$; к Т2 (умеренноопасные) — с H_{CL50} от 40 до 120 г·м$^{-3}$; к Т3 (высокоопасные) — с H_{CL50} от 13 до 40 г·м$^{-3}$, Т4 (чрезвычайно опасные) — с H_{CL50} менее 13 г·м$^{-3}$. Из данной классификации видно, что чем выше значение показателя токсичности, тем менее опасным по токсичности продуктов горения является материал.

Максимальные зарегистрированные значения удельных выходов CO для напольных композиций, изготовленных с использованием различных смол, неодинаковы: для композиций на основе полиуретановых смол эта величина составила 327 мг/г, на основе эпоксидной смолы – 249 мг/г, на основе метилметакрилатной смолы – 240 мг/г. Показатели токсичности продуктов горения (H_{CL50}) при этом составляют 21 г/м^3, 25 г/м^3 и 33 г/м^3, соответственно.

Установлено, что наибольшая токсическая опасность продуктов горения была зарегистрирована среди напольных композиций на основе полиуретановых смол, далее следуют композиции на основе эпоксидной смолы, а наименьшая токсическая опасность была установлена для покрытий на основе метилметакрилатных смол.

Полученные данные свидетельствуют, что установленные значения показателей токсичности продуктов горения исследованных материалов уменьшаются с увеличением удельных выходов оксида углерода. Оценка содержания карбоксигемоглобина показала, что для всех материалов содержание карбоксигемоглобина в крови погибших подопытных животных превышало 50 %, что также показывает, что основным токсичным газом, вызвавшим их гибель, являлся CO (II).

В табл. 2 показано, какая доля исследованных материалов с различной полимерной основой относится к той или иной группе опасности, установленных на основании полученных значений показателей токсичности продуктов их горения.

Таблица 2. **Распределение исследованных материалов по токсичности продуктов горения внутри проанализированных групп полимерминеральных композиций для устройства пола**

Группа полимерминеральных композиций	Доля композиций в группе с одним и тем же базовым веществом, имеющим указанный класс опасности, %			
	мало-опасные	умеренно-опасные	высоко-опасные	чрезвычайно опасные
полиуретановые	50	43	9	не обнаружены
эпоксидные	50	48	2	не обнаружены
метилметакрилатные	82	15	5	не обнаружены

Из приведенных в табл. 2 результатов видно, что наибольшая доля малоопасных материалов была обнаружена среди метилметакрилатных композиций, а наибольшая доля высокоопасных — среди полиуретановых.

Сравнительная оценка результатов, полученных при исследовании токсической опасности газообразных продуктов, образующихся при возгорании полимерминеральных покрытий, изготовленных на основе полиуретановой, эпоксидной или метилметакрилатных смол, имеющих различные добавки, свидетельствует, что она определяется составом основного базового вещества. Максимальные удельные выходы СО для таких покрытий уменьшаются в ряду: композиции полиуретановые – эпоксидные – метилметакрилатные.

Таким образом, базовый состав полимерного связующего определяет не только свойства и область применения, но и токсичность продуктов горения полимерминеральных напольных композиций.

Надо отметить, что помимо полимерных связующих, токсическая опасность продуктов горения полимерминеральных напольных композиций будет определяться вводимыми специфическими добавками, а также регулироваться соотношением между базой и отвердителем. Однако, любые изменения в рецептуре могут, наряду с улучшением пожарных характеристик, оказывать влияние на физико-химические, механические и другие свойства полимерминеральных композиций, перечисленные в [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Композиции полимерминеральные для устройства пола. Технические условия: СТБ 1496-2004. – Введ. 01.07.05. – Минск: ТКС 10 «Строительные материалы и изделия», 2005. – 32 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. Методика спектрофотометрического определения карбоксигемоглобина в крови подопытных животных: МВИ 1925-2003. – Введ. 11.08.2003. – Минск: Белорусский государственный институт метрологии, 2003. – 40 с.

УДК 614.844.1

В. И. Селивёрстов, А. Б. Саенкова
ООО «Каланча Инжиниринг»

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАЩИЩАЕМОЙ ПЛОЩАДИ И УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ОГНЕТУШАЩЕГО ПОРОШКА ДЛЯ УСТАНОВОК ПОЖАРОТУШЕНИЯ ПО КЛАССУ D

В статье предложена методика определения характеристик модулей пожаротушения для тушения пожаров класса D (горение металлов и металлосодержащих соединении).

Ключевые слова: пожар класса D, автоматические установки пожаротушения, пожарная безопасность.

V. I. Seliverstov, A. B. Saenkova

METHODOLOGY FOR DETERMINING THE PROTECTED AREA AND SPECIFIC CONSUMPTION OF EXTINGUISHING POWDER FOR FIRE EXTINGUISHING INSTALLATIONS FOR FIRE CLASS D

The article proposes a method for determining the characteristics of fire extinguishing installations for extinguishing class D fires (combustible metals).

Keywords: fire class D, automatic fire extinguishing installations, fire safety

Согласно ГОСТ 27331-87[1] горение металлов выделено в отдельный класс пожара D. В зависимости от типа металла он подразделяется на следующие подклассы:

D1 – горение легких металлов, таких как алюминий, магний и их сплавов;

D2 – горение щелочных металлов (литий, натрий, калий);

D3 – горение металлосодержащих соединений (металлоорганические соединения, гидриды металлов).

Горение металлов характеризуется высокими температурами пламени. Металлы также способны к самовоспламенению при нормальных условиях. Аэровзвеси порошкообразного металла способны взрываться. Горение металлов является гетерогенным процессом и происходит на поверхности. Пожары металлов сложно ликвидировать. При тушении возгорании металлов

© Селивёрстов В. И., Саенкова А. Б., 2024

[1] ГОСТ 27331-87 Пожарная техника. Классификация пожаров.

привычные средства тушения, такие как вода, пена, углекислый газ, использовать нельзя так как они вступают в реакцию с металлами и только усиливают горение. При тушении металлов используют порошки специального назначения в зависимости от подкласса пожара [1] или создают среду, которая не поддерживает горение. В работе [2] отмечается, что при тушении натрия толщиной 30–40 мм расход порошка МГС составляет 8 кг на 1 м^2, расход глинозема при таких же условиях — 80 кг.

Для определения показателя огнетушащей способности порошки испытывают согласно ГОСТ 34634-2020[2]. При испытаниях используют огнетушитель марки ОП-50М, снабженный стволом с насадком-успокоителем. В качестве пожарной нагрузки используют металл, соответствующего подкласса. Огнетушащий порошок считается прошедшим испытания, если полученный показатель огнетушащей способности не превышает нормативных значении.

Согласно СП 486.1311500.2020[3] производственные помещения с наличием щелочных металлов и приготовления суспензии из алюминиевой пудры необходимо оборудовать автоматическими системами пожаротушения. В настоящее время нет нормативного документа, определяющего требования к таким системам. Для расчета и обоснования используются методики для автоматических установок пожаротушения общего назначения и руководства по эксплуатации на установку [3].

Целью данной работы является разработка методики по определению защищаемой площади и удельного расхода для модулей пожаротушения, применяемых для тушения пожаров класса D. Задачей является разработка методики, которая позволит объективно оценить параметры модуля пожаротушения без использования горящих металлов в процессе испытании. Это позволит значительно упростить и снизить стоимость проведения таких испытаний.

Для решения поставленных задач предлагается следующее:

Мерный поддон, представляющими собой квадратный противень из листовой стали со стороной (500±10) мм, высотой (150±10) мм по ГОСТ 34634 - 2020, устанавливается по центру насадка-успокоителя (рис. 1). При испытании модуля с максимально возможным количеством насадков-успокоителей поддоны устанавливаются под каждым насадком (рис. 2). Если насадок-успокоитель, рекомендованный производителем, защищает большую площадь, то мерными поддонами заставляется вся площадь. Высота расположения насадка от верхнего среза мерных поддонов устанавливается максимально возможная согласно документации на модуль.

[2] ГОСТ 34634-2020. Порошки огнетушащие специального назначения. Общие технические требования. Методы испытаний.

[3] СП 486.1311500.2020 Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Требования пожарной безопасности.

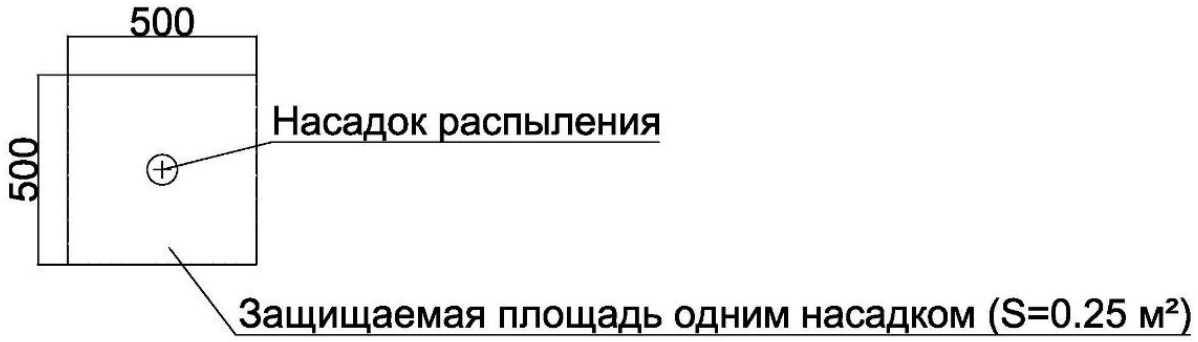


Рис. 1. Схема расположения мерного поддона для одного насадка.

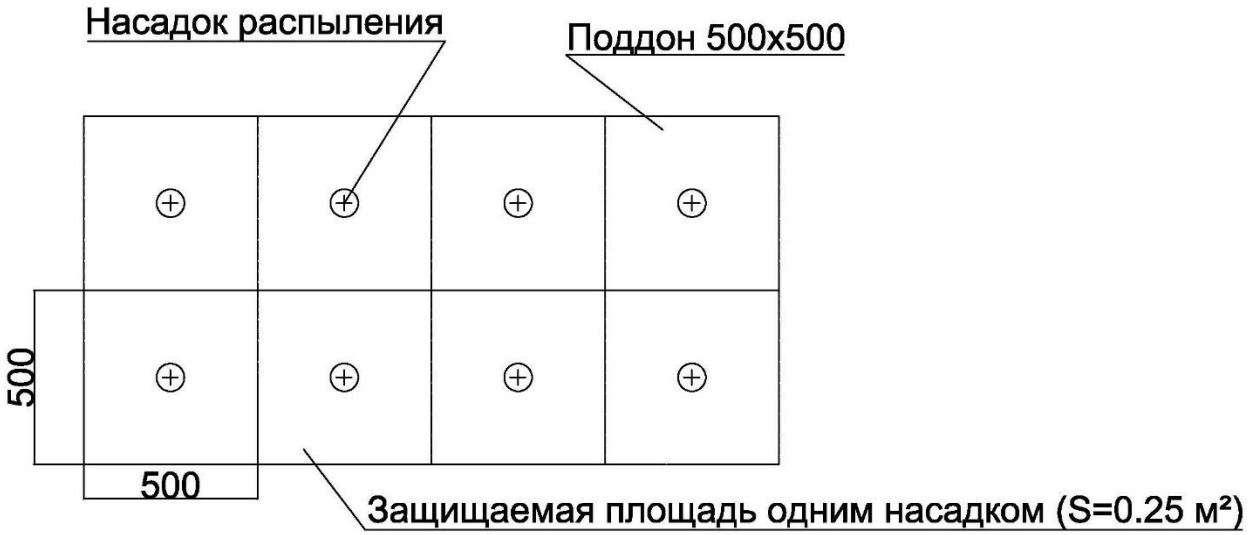


Рис. 2. Схема расположения мерных поддонов для n насадков.

Производят запуск модуля.

По секундомеру фиксируется время выхода огнетушащего порошка.

Средний удельный расход (кг/м^2) рассчитывают по формуле

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^{n} Q_i}{n} \quad (1)$$

где Q_i – удельный расход в i-м мерном поддоне;

n – число мерных поддонов, установленных на защищаемой площади.

Удельный расход в i-м мерном поддоне (кг/м^2) рассчитывают по формуле

$$Q_i = \frac{m_i}{S_i} \quad (2)$$

где m_i – масса порошка, собранного в i-м мерном поддоне;

S_i – площадь мерного поддона, м.

Модуль считается выдержавшим испытание, если средний удельный расход не ниже нормативного значения, установленного для порошка данного подкласса.

В настоящей работе предложена методика определения защищаемой площади и удельного расхода огнетушащего порошка для модулей пожаротушения по классу D. Данная методика позволяет оценить характеристики и способность модуля пожаротушения обеспечить необходимый расход порошка на защищаемой площади.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баратов А.Н., Корольченко А.Я., Кравчук Г.Н. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения.

2. Прытков Л.Н., Барбин Н.М., Титов С.А. Радиационная и пожарная опасность натриевого теплоносителя // ПожаровзрывобезопасностьFire Explos. Saf. 2023. Vol. 32, № 2. P. 33–43.

3. В. П. Малый, А. В. Батуев. Выбор установки порошкового пожаротушения локального действия на примере совершенствования противопожарной защиты участка получения лития металлического на ПАО “НЗХК” г. Новосибирск. 2021. Vol. Актуальные проблемы безопасности в техносфере., № № 4(4). P. С. 57-63.

УДК 614.841.2

Д. Д. Селютин, А. Г. Азовцев
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

АНАЛИЗ СТАТИСТИКИ ПОЖАРОВ НА МАСЛОЭКСТРАКЦИОННЫХ ЗАВОДАХ С 2017 ПО 2024 ГГ.

В данной статье произведен анализ статистики пожаров на маслоэкстракционных заводах, произошедших на территории Российской Федерации в 2017–2024 гг. Данные о пожарах взяты из открытых источников, СМИ Проведён сравнительный анализ основных причин пожаров. Рассмотрены наиболее характерные места возникновения пожаров, их площади, время ликвидации пожара и количества сил и средств, привлекаемые для тушения возникших пожаров.

Ключевые слова: пожар, пожарная опасность, маслоэкстракционный завод

D. D. Selyutin, A. G. Azovtsev

ANALYSIS OF FIRE STATISTICS AT OIL EXTRACTION PLANTS FROM 2017 TO 2024

© Селютин Д. Д., Азовцев А. Г., 2024

This article analyzes the statistics of fires at oil extraction plants that occurred in the Russian Federation in 2017–2024. Fire data are taken from open sources and the media. A comparative analysis of the main causes of fires is conducted. The most typical places of fire occurrence, their areas, the time of fire extinguishing and the number of forces and means involved in extinguishing the fires are considered.

Key words: fire, fire hazard, oil extraction plant

Пожары на производственных предприятиях представляют большую опасность для жизни и здоровья персонала, а также населения, находящегося в опасной близости от предприятия [1-3], они являются причиной материальных потерь и экологического ущерба.

Ежегодно, несмотря на меры пожарной профилактики, на производственных предприятиях возникает более 2500 пожаров. Данное значение является четвертым по количеству пожаров на объектах после зданий жилого сектора, транспортных средств и неопределенной категории. Таким образом, необходимость обеспечения пожарной безопасности технологических процессов является актуальной темой.

Одними из пожароопасных предприятий являются предприятия пищевой промышленности, опасность возникновения пожара на которых обуславливается свойствами сырья, полуфабрикатов и отходов.

Примером пожароопасного пищевого производства является масложировая промышленность. Её характеризует то, что возгорание возможно на протяжении всей технологической линии производства, начиная от складов исходного сырья, заканчивая складами с готовой продукцией [4].

Так, сырьем для получения подсолнечного масла являются семена масленичных культур со средней температурой самовоспламенения 280-350 °С. При длительном хранении может произойти тепловое самонагревание семян в связи с биологическими и физико-химическими процессами. В отдельных случаях возможно самовозгорание, а во взвешенном состоянии (аэрозоль) — взрыв.

Несмотря на наблюдаемое увеличение количества пожаров к 2024 году, а также отсутствие погибших людей, возникновение пожаров на маслоэкстракционных заводах полностью исключить не удаётся. Они по-прежнему происходят. За последние восемь лет в 2024 году (неполный год) произошло наибольшее количество пожаров на маслоэкстракционных заводах (3 пожара).

Распределение пожаров на маслоэкстракционных заводах в 2017-2024 гг. по местам возникновения представлено на рисунке.

По диаграмме на рисунке видно, что за 8 лет чаще пожары происходили в складских помещениях, их число составило 4 ед.

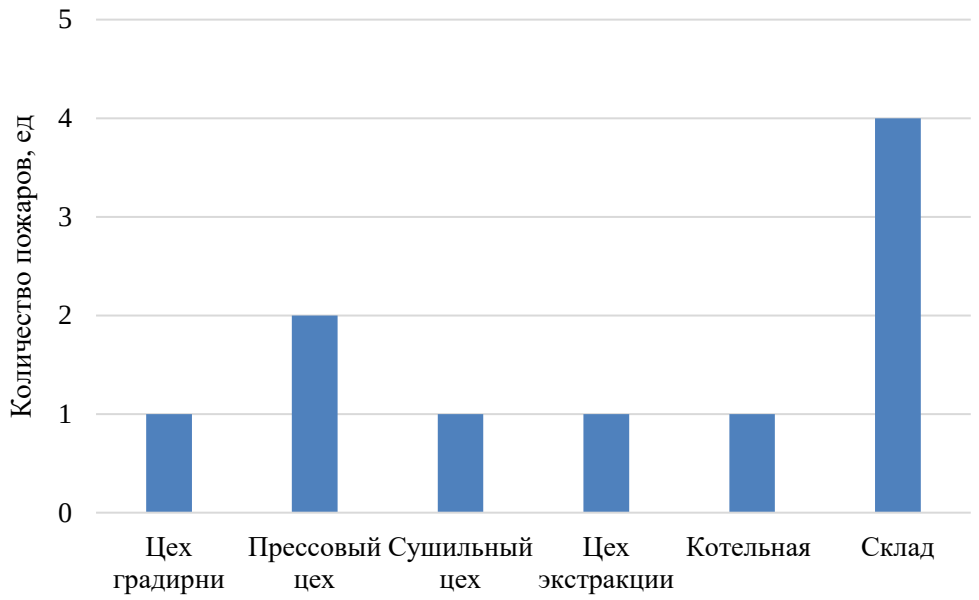


Рисунок. Распределение количества пожаров по местам их возникновения на маслоэкстракционных заводах в 2017–2024 гг.

Основные причины пожаров в производственных зданиях за 8 лет распределились следующим образом:

– нарушение правил пожарной безопасности при проведении демонтажа оборудования, электрогазосварочных и огневых работ – 2 случая;

– неисправное электрооборудование – 1 случай;

– по технологическим причинам (неисправность производственного оборудования, нарушения технологического процесса производства) – 1 случай;

– прочие неустановленные причины – 6 случаев.

То есть основной причиной пожаров на маслоэкстракционных заводах в последние годы стала нарушение правил пожарной безопасности, а также некоторые неизвестные причины на момент сообщения о пожаре.

Таким образом, анализ произошедших пожаров в 2017–2024 гг. на территории Российской Федерации показал, что за рассматриваемый период на маслоэкстракционных заводах за 8 лет произошло 10 пожаров без погибших.

Организация системы обеспечения пожарной безопасности на маслоэкстракционных заводах России не совершенна и находится на недостаточном уровне. Для обеспечения пожарной безопасности на маслоэкстракционных заводах необходимо провести анализ и выявить возможные причины, которые могут привести к возникновению пожаров и (или) взрывов на предприятиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Морозова, В. С. Анализ статистики пожаров, произошедших на промышленных предприятиях на территории Российской Федерации / В. С. Морозова. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2024. — № 12 (511). — С. 42-44. — URL: https://moluch.ru/archive/511/112221/.

2. Статистический анализ пожаров на объектах с обращением нефтепродуктов / Е. В. Ширяев, В. П. Назаров, А. В. Майзлиш, А. А. Гогин // Технологии техносферной безопасности. – 2014. – № 3(55). – С. 2. – EDN TGSFQZ.

3. Салихова, А. Х. Кулаков М.В., Леонтьев М.А. Анализ факторов вероятного возникновения и развития угроз промышленной безопасности предприятия // Надежность и долговечность машин и механизмов : Сборник материалов XII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 15 апреля 2021 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – С. 337-341. – EDN DNHFHJ.

4. Недоцук В.Е. Причины пожаров в маслоэкстракционных цехах // Мировая наука. 2019. №10 (31). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/prichiny-pozharov-v-masloekstraktsionnyh-tsehah.

УДК 614.8

А. О. Семенов, Е. Ф. Разумова
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАКЕТА-ДЕМОНСТРАТОРА АВТОМОБИЛЯ «РХМ УАЗ-469РХ»

Рассмотрены особенности использования учебного комплекса применения виртуальной, дополненной и смешенной реальности, состоящего из макета-демонстратора автомобиля «РХМ УАЗ-469рх» и Учебного центра управления в кризисных ситуациях.

Ключевые слова: центр управления в кризисных ситуациях, моделирование, зона химического заражения.

A. O. Semenov, E. F. Razumova

FEATURES OF USING THE MODEL DEMONSTRATOR OF THE CAR «RHM UAZ-469RX»

The features of using a training complex for the use of virtual, augmented and mixed reality, consisting of a mock-up demonstrator of the RHM UAZ-469rx car and a Training center for Crisis Management, are considered.

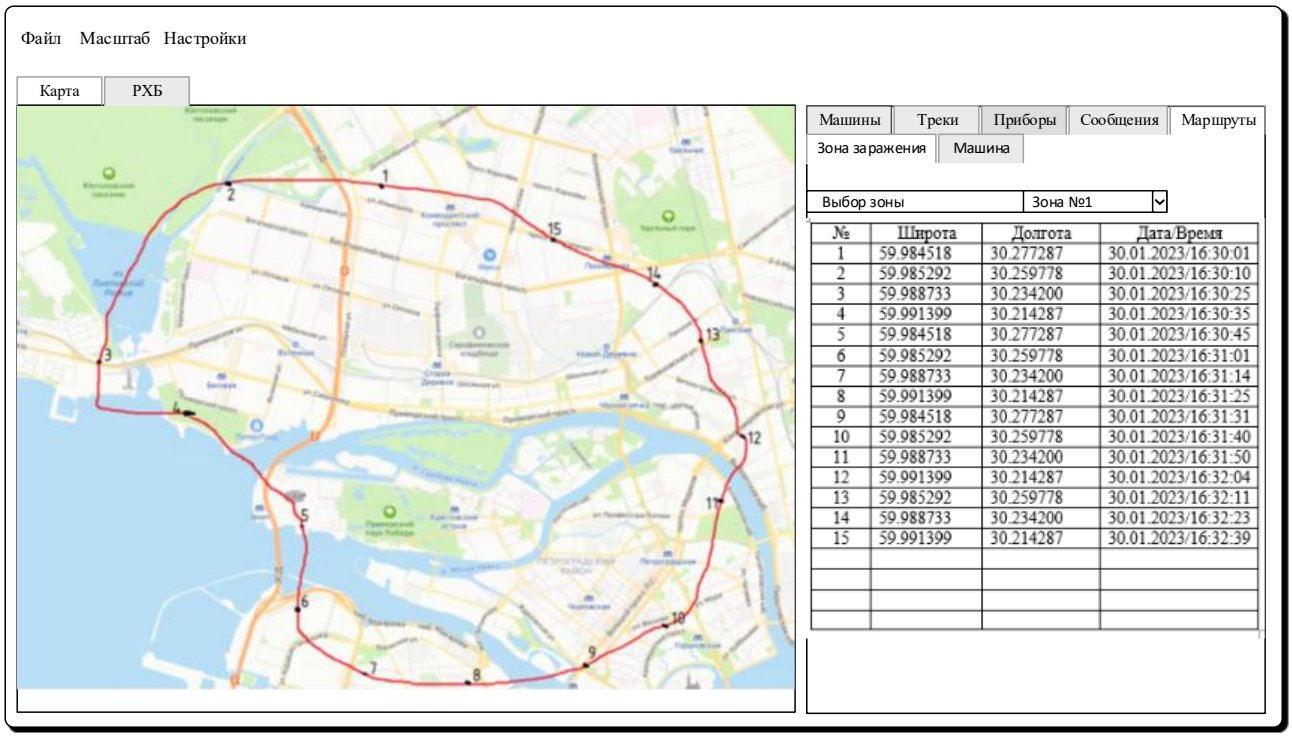
Key words: crisis management center, simulation, chemical contamination zone.

© Семенов А. О., Разумова Е. Ф., 2024

В основе новой методики обучения курсантов Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России представлен учебный комплекс применения виртуальной, дополненной и смешенной реальности при изучении практических вопросов радиационной и химической обстановки. Данный учебный комплекс состоит из макета-демонстратора автомобиля «РХМ УАЗ-469рх» и Учебного центра управления в кризисных ситуациях (ЦУКС(у)).

Макет автомобиля предусматривает работу с приборами радиационной, химической и биологической разведки. Обучающийся, применяя технологии виртуальной, дополненной и смешенной реальности, отрабатывает методику проведения различных измерений с использованием как реальных приборов разведки автомобиля «РХМ УАЗ-469рх», так и их виртуальных моделей.

Рассмотрим один из отрабатываемых сценариев с использованием представленного учебного комплекса. По данным разведки произошло выпадение радиоактивных осадков и биологическое заражение территории. Предполагаемая зона заражения (загрязнения) отмечена на карте. Должностное лицо ЦУКС(у) формирует маршрут следования и назначает ответственную машину (выбранное подразделение) для следования по маршруту, ставит задачу расчету из трех человек на автомобиле «РХМ УАЗ-469рх» (водитель, командир, химик-разведчик) на выявление зоны заражения (загрязнения) (рис.1.) [1].



№	Широта	Долгота	Дата/Время
1	59.984518	30.277287	30.01.2023/16:30:01
2	59.985292	30.259778	30.01.2023/16:30:10
3	59.988733	30.234200	30.01.2023/16:30:25
4	59.991399	30.214287	30.01.2023/16:30:35
5	59.984518	30.277287	30.01.2023/16:30:45
6	59.985292	30.259778	30.01.2023/16:31:01
7	59.988733	30.234200	30.01.2023/16:31:14
8	59.991399	30.214287	30.01.2023/16:31:25
9	59.984518	30.277287	30.01.2023/16:31:31
10	59.985292	30.259778	30.01.2023/16:31:40
11	59.988733	30.234200	30.01.2023/16:31:50
12	59.991399	30.214287	30.01.2023/16:32:04
13	59.985292	30.259778	30.01.2023/16:32:11
14	59.988733	30.234200	30.01.2023/16:32:23
15	59.991399	30.214287	30.01.2023/16:32:39

Рис. 1. Нанесение сотрудником ЦУКС(у) зоны имитации заражения (загрязнения)

На планшет командира расчета поступает задание на разведку с координатами цели, планируемого маршрута и ориентировочного времени прибытия. Машина УАЗ-469рх двигаясь (виртуально) по маршруту останавливается в указанных точках для выполнения измерений. Обучающиеся выполняют работу с виртуальными приборами макета-демонстратора автомобиля «РХМ УАЗ-469рх».

В процессе движения автомобиля обучающиеся используют стационарные приборы автомобиля, при остановке - выполняют замеры используя переносные приборы. Результаты измерений прибора фиксируются и заносятся в базу данных планшета командира, а также отправляются донесения с результатами в ЦУКС(у). Отправленные в ЦУКС(у) донесения, можно посмотреть на планшете командира. Также полученные данные разведки отображаются на планшете руководителя занятия, тем самым контролируется правильность выполнения действий обучаемых [2].

На протяжении всего маршрута, машину сопровождает беспилотный летательный аппарат. Данный аппарат фиксирует местоположение автомобиля и точки выполнения замеров при проведении радиационной, химической, биологической разведки местности.

В конце маршрута, командир расчета в планшете может нанести предполагаемую зону заражения (загрязнения) и отправить с донесением в ЦУКС(у) (рис.2.).

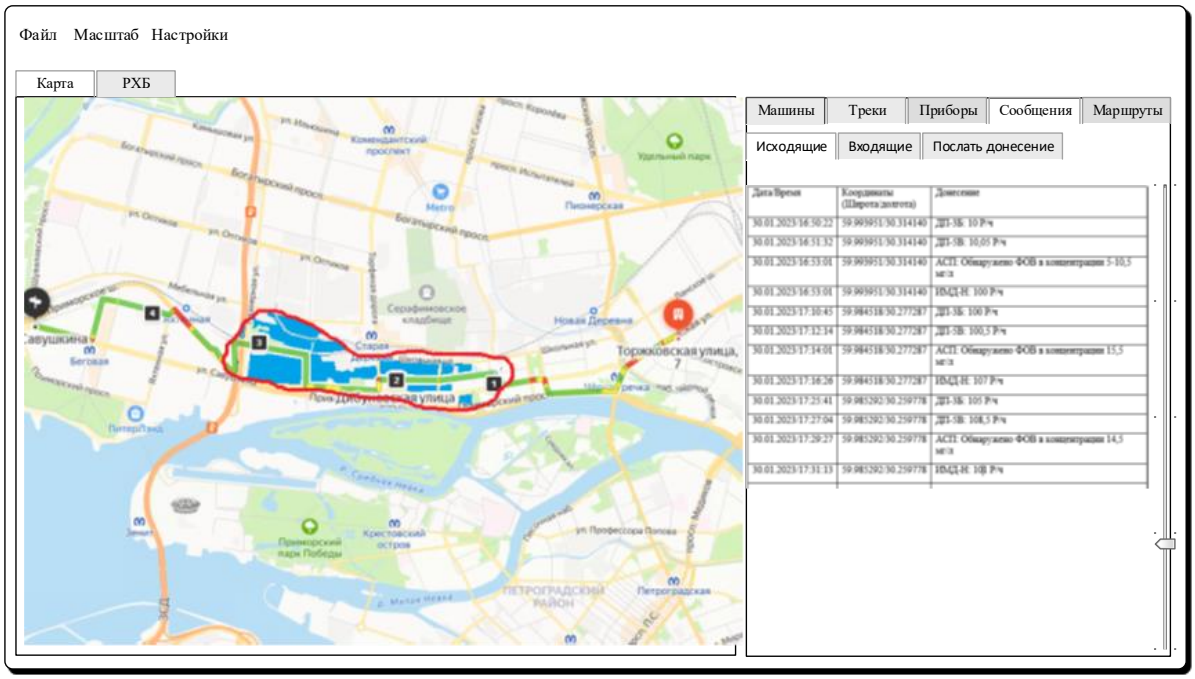


Рис. 2. Нанесение предполагаемой зоны заражения (загрязнения)

Из полученных измерений с автомобиля «РХМ УАЗ-469рх» формируется карта измерений уровня заражения (загрязнения).

Результаты всех измерений в автоматизированном режиме передаются в ЦУКС (у). Должностное лицо ЦУКС (у) анализирует полученную информацию, моделирует зону предполагаемого заражения (загрязнения) (рис.3.).

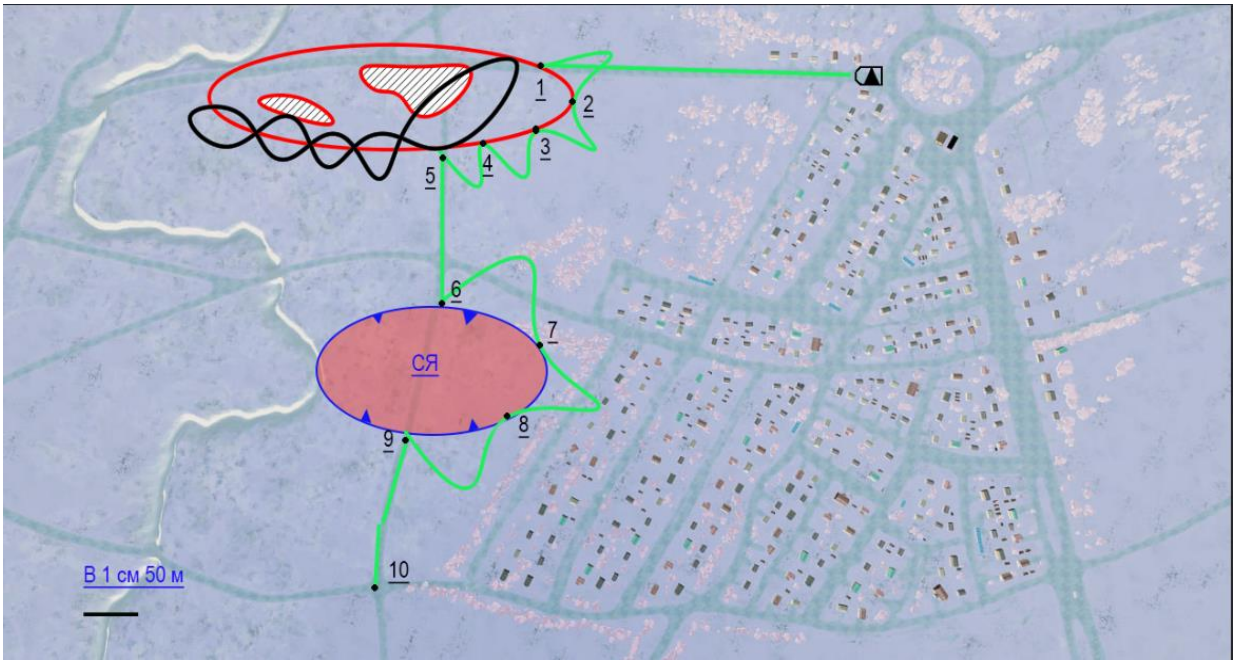


Рис. 3. Формирование карты измерений уровня заражения (загрязнения), где:
- зеленая линия – маршрут движения автомобиля «РХМ УАЗ-469рх»;
- черная линия – маршрут пешей разведки расчетом автомобиля;
- цифрами 1–10 обозначены точки проведения РХБ разведки на маршруте движения автомобиля «РХМ УАЗ-469рх»;
- красная линия - граница зоны радиоактивного загрязнения;
- синяя линия - граница биологического заражения;
- СЯ – сибирская язва.

Представленный учебный комплекс, состоящий из макета-демонстратора автомобиля «РХМ УАЗ-469рх» и ЦУКС(у) направлен не только на отработку навыков обучаемых по работе с приборами радиационной, химической и биологической разведки, но и на повышение качества принимаемых управленческих решений как командиром расчета автомобиля, так и должностными лицами центра управления в кризисных ситуациях [3, 4, 5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Моделирование ситуационных задач по ликвидации чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах в современных условиях. Данилов П.В., Кокурин А.К., Семенов А.О., Титова Е.С., Зейнетдинова О.Г. Современные проблемы гражданской защиты. 2022. № 4 (45). С. 13-18.

2. Центр управления в кризисных ситуациях Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России (учебный). Данилов П.В., Семенов А.О.,

Разводов М.А. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2022610175, 10.01.2022. Заявка № 2021681787 от 24.12.2021.

3. Обзор программных разработок в области прогнозирования последствий чрезвычайных ситуаций с выбросом аварийно химически опасных веществ. Данилов П.В., Титова Е.С., Семенов А.О. В сборнике: Пожарная и аварийная безопасность. Сборник материалов XVII Международной научно-практической конференции, посвященной 90- й годовщине образования гражданской обороны. Иваново, 2022. С. 707-711.

4. Программный комплекс поддержки принятия решений по управлению пожарно-спасательными подразделениями при ликвидации ЧС. Семенов А.О., Бубнов А.Г., Костылев Д.Н., Данилов П.В. Современные проблемы гражданской защиты. 2021. № 4 (41). С. 33-39.

5. Методика многокритериальной оценки эффективности тушения пожаров на объектах химической промышленности. Семенов А.О., Тараканов Д.В., Лабутин А.Н. Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2012. № 3 (31). С. 101-104.

УДК 614.8

А. О. Семенов, О. Г. Зейнетдинова
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Рассмотрено применение технологий виртуальной, дополненной и смешанной реальностей в образовательном процессе Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России с использованием макета-демонстратора автомобиля «РХМ УАЗ-469рх».

Ключевые слова: технологии виртуальной, дополненной и смешанной реальности, приборы радиационной и химической разведки.

A. O. Semenov, O. G. Zeynetdinova

USE OF MODERN TECHNOLOGIES IN THE EDUCATIONAL PROCESS IN TRAINING SPECIALISTS IN THE FIELD OF FIRE SAFETY

The application of virtual, augmented and mixed reality technologies in the educational process of the Ivanovo Fire and Rescue Academy of the Ministry of Emergency Situations of Russia using a mock-up demonstrator of the RHM UAZ-469rx car is considered.

© Семенов А. О., Зейнетдинова О. Г., 2024

Key words: virtual, augmented and mixed reality technologies, radiation and chemical reconnaissance devices.

В Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России разрабатывается новая методика обучения курсантов с применением технологий виртуальной, дополненной и смешанной реальности. Основой представленной методики является макет-демонстратор автомобиля «РХМ УАЗ-469рх». Общий вид макета-демонстратора показан на рис. 1.

Данный макет-демонстратор создан на базе автомобиля УАЗ-469рх, который предназначен для ведения радиационной, химической, биологической разведки и наблюдения.

Благодаря современным технологиям виртуальной, дополненной и смешанной реальности разработаны виртуальные модели приборов радиационной и химической разведки, которые входят в комплектацию автомобиля УАЗ-469рх, а именно: рентгенметры ДП-3Б и ДП-5В, автоматический газосигнализатор ГСА-12, полуавтоматический прибор химической разведки ППХР, автоматический сигнализатор примесей и т.д.

Рис. 1. Макет-демонстратор автомобиля «РХМ УАЗ-469рх.

Макет-демонстратор предусматривает работу с реальными и виртуальными приборами радиационной и химической разведки. Благодаря методике обучения виртуальный объект привязан к реальному штатному прибору автомобиля, обучающийся изучает состав прибора и алгоритм работы с ним. Программное обеспечение позволяет осуществлять работу с макетом в трех основных режимах:

1. Изучение состава приборов.
2. Интерактивное обучение их применения.
3. Применение приборов при реализации виртуальных измерений.

Обучающемуся доступно меню с выбором приборов из состава специального автомобиля. Перед началом работы обучающийся проводит привязку виртуальных приборов к аналогичным реальным приборам, обеспечивая их правильное расположение в автомобиле. Интерактивное меню позволяет ознакомиться с основными элементами используемого прибора. Обучающемуся представляются основная информация по каждому элементу прибора (рис. 2).

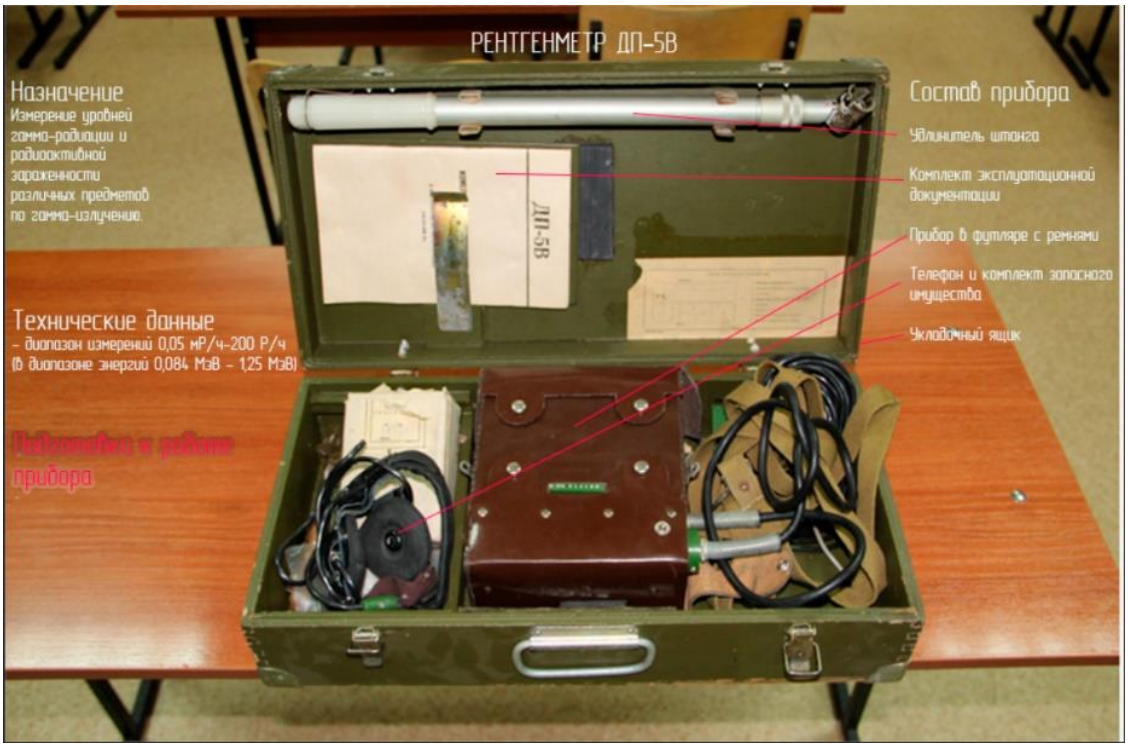


Рис. 2. Пример реализации интерфейса с режимом идентификации объектов в очках дополненной и смешанной реальности для прибора ДП-5В

Так же с помощью манипулятора осуществляется взаимодействие с основными элементами прибора. При переключении различных режимов обучающийся наблюдает изменение показаний имитируемого уровня радиации (химического заражения) в соответствии с учебным заданием. Затем полученная информация об имитируемом уровне радиации направляется в ЦУКС (у) и руководителю ликвидации ЧС, для принятия управленческих решений [1, 2, 3].

В макете смоделированы не только внешний, но и внутренний вид, что позволяет обучающемуся изучить внутреннее устройство прибора (автоматический сигнализатор для обнаружения аэрозолей специальных примесей).

Для удобства изучения приборов их виртуальную модель возможно разместить в любой точке пространства.

Состав макета предусматривает работу не только с реальными приборами радиационной и химической разведки автомобиля УАЗ-469рх, но и с виртуальными полнофункциональными моделями современных приборов радиационной и химической разведки, входящих в комплектацию современной техники, которые при необходимости могут быть загружены в состав макета. При этом обучающийся имеет возможность взаимодействия со всеми элементами виртуальных приборов в той же степени, что и с элементами реальных: изучить состав прибора и алгоритм применения.

Представленная методика обучения курсантов с применением технологий виртуальной, дополненной и смешанной реальности направлена на отработку навыков подготовки приборов к использованию по назначению, проведению радиационной и химической разведки местности в условиях ЧС, моделированию складывающейся оперативной обстановки, а также по организации взаимодействия между расчетами на автомобилях УАЗ-469рх, центром управления в кризисных ситуациях и оперативным штабом на месте ЧС [4, 5, 6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Особенности оценки радиационной обстановки при чрезвычайных ситуациях на АЭС. Зейнетдинова О.Г. В сборнике: Актуальные вопросы пожаротушения. Сборник материалов III Всероссийского круглого стола. Иваново, 2024. С. 85-87.

2. Сбор и обработка данных оперативной обстановки на пожаре. Семенов А.О. Пожаровзрывобезопасность. 2006. Т. 15. № 4. С. 31-34.

3. Особенности совершенствования деятельности ЦУКС. Михеева Ю.В., Калашников Д.В., Семенов А.О. В сборнике: Актуальные вопросы пожаротушения. Сборник материалов III Всероссийского круглого стола. Иваново, 2024. С. 171-175.

4. Программный комплекс поддержки принятия решений по управлению пожарно-спасательными подразделениями при ликвидации ЧС. Семенов А.О., Бубнов А.Г., Костылев Д.Н., Данилов П.В. Современные проблемы гражданской защиты. 2021. № 4 (41). С. 33-39.

5. Методика многокритериальной оценки эффективности тушения пожаров на объектах химической промышленности. Семенов А.О., Тараканов Д.В., Лабутин А.Н.

Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2012. № 3 (31). С. 101-104.

6. Центр управления в кризисных ситуациях Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России (учебный). Данилов П.В., Семенов А.О., Разводов М.А. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2022610175, 10.01.2022. Заявка № 2021681787 от 24.12.2021.

УДК 699.814

Н. А. Сизов, М. А. Фролов, С. Н. Наконечный
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИЗУЧЕНИЕ ВОПРОСА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОГНЕСТОЙКОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Показатели огнестойкости определяют способность строительных конструкций противостоять воздействию огня и тепловых потоков в течение определенного времени. Целью данной работы является изучение параметров огнестойкости строительных конструкций через призму определения их предельных состояний.

Ключевые слова: несущая строительная конструкция; ограждающая строительная конструкция; предел огнестойкости; предельное состояние.

N. A. Sizov, M. A. Frolov, S. N. Nakonechnyy

THE STUDY OF THE ISSUE OF DETERMINING PARAMETERS OF FIRE RESISTANCE OF BUILDING STRUCTURES

Fire resistance indicators determine the ability of building structures to withstand the effects of fire and heat flows for a certain time. The purpose of this work is to study the parameters of fire resistance of building structures through the prism of determining their limiting states.

Key words: load-bearing building structure; enclosing building structure; fire resistance limit; limit condition.

Огнестойкость строительных конструкций является одним из ключевых свойств, обеспечивающих безопасность зданий и сооружений в случае возникновения пожара. С учетом увеличения числа пожаров и их последствий в последние годы, изучение вопросов, касающихся огнестойкости строительных конструкций, становится особенно актуальным.

Под огнестойкостью строительной конструкции понимают ее способность сопротивляться огневому воздействию и сохранять несущие или ограждающие функции в условиях пожара [1, 2]. Количественно это свойство характеризуется пределом огнестойкости, определяющим время от начала огневого воздействия на строительную конструкцию до наступления одного из предельных состояний. В соответствии с требованиями Федерального закона [3], основные строительные конструкции здания характеризуются:

- потерей несущей способности (возникновение недопустимых деформаций или обрушение конструкции) – R;
- потерей целостности (образование трещин и сквозных отверстий) – E;

© Сизов Н. А., Фролов М. А., Наконечный С. Н., 2024

- потерей теплоизолирующей способности (повышение температуры на необогреваемой поверхности конструкции до предельных для данной конструкции значений) – I.

Существует несколько способов определения пределов огнестойкости строительных конструкций:

1) экспериментальный способ – наиболее точный, трудоемкий и дорогостоящий метод, предел огнестойкости определяется в специальных установках по методикам при стандартном температурном режиме;

2) расчетный метод – значение предела огнестойкости определяется по стандартным методикам довольно приблизительно;

3) по каталогу справочных данных – определяется примерное значение предела огнестойкости по справочным величинам, основанным на экспериментальном методе определения.

Тем не менее, современная нормативная база обходит стороной вопросы определения характерных предельных состояний по огнестойкости для строительных конструкций, применяемых при строительстве зданий и сооружений, то есть не разъясняются принципы определения у той или иной конструкций потери несущей способности, целостности или теплоизолирующей способности. Даже табл. 21 Федерального закона [3] не только не вносит ясности, но и включает нестыковки, связанные с приравниванием совершенно разных по конструктивному исполнению строительных конструкций.

Так в стандарте [4] указано, что характерным предельным состоянием по огнестойкости для колонн является потеря несущей способности; для наружных несущих стен и покрытий – потеря несущей способности и целостности; для несущих внутренних стен и противопожарных преград – потеря несущей способности, целостности и теплоизолирующей способности. В табл. 21 [3] несущие стены, колонны и другие несущие элементы сведены в один столбец и указывают на наличие только предельного состояния по огнестойкости R (потере несущей способности), что входит в противоречие с указанными ранее по ГОСТе [4] характерными предельными состояниями.

Неудивительно, что при определении предельных состояний по огнестойкости нельзя ориентироваться только на табл. 21 [3]. Поэтому необходимо исследовать конструкцию с точки зрения соответствия ее назначения, местоположения в здании (сооружении) и конструктивного исполнения принятым основным предельным состояниям по огнестойкости (R, E и I).

Чтобы понять – какими предельными состояниями обладает та или иная строительная конструкция в составе здания, необходимо ответить на три основных вопроса:

1) является конструкция несущей или ограждающей?

2) является конструкция внутренней или наружной?

3) является конструкция стержневой или плоскостной?

Рассмотрим две несущие конструкции – горизонтальную плоскостную плиту перекрытия и вертикальную стержневую колонну.

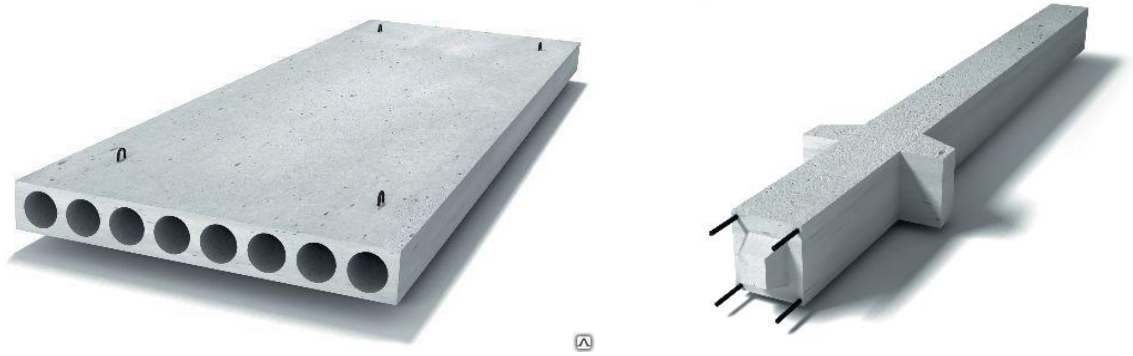


Рисунок. Общий вид плоскостной (плиты перекрытия)
и стержневой (колонны) строительной конструкции

Отвечая на приведенные вопросы, легко прийти к окончательному набору предельных состояний по огнестойкости: если рассматривается плита перекрытия (рисунок), то конструкция является несущей (значит характеризуется R), внутренней (значит характерна потеря теплоизолирующей способности I, определяющая развитие пожара внутри здания), плоскостной (характеризуется потерей целостности E). Таким образом, полученный ответ не противоречит табл. 21 [3]. Аналогично и для колонны – потеря несущей способности R (конструкция является несущей). Конструкция стержневая – E и I отсутствуют.

Таким образом, конструктивные особенности, местоположение и характер участия конструкции по распределению нагрузки определяют ее буквенную часть при определении значений пределов огнестойкости. Подобный подход позволяет быстро определить предельные состояния по огнестойкости для основных строительных конструкций зданий в отсутствии каталогов справочных данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 2.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты.

2. Наконечный С.Н. Огнестойкость ≠ пожарная опасность (Опубл. на сайте https://portal.edufire37.ru/ 29.05.2023).

3. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изменениями и дополнениями).

4. ГОСТ 30247.0-94. Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования.

УДК 614.841.411

Е. А. Сиплатов, А. Л. Никифоров, Ю. К. Нагановский, К. А. Новожилова
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПОВЕДЕНИЕ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ НАТРИЕВОГО И КАЛИЕВОГО ЖИДКОГО СТЕКЛА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА

В работе проведен сравнительный анализ поведения отверждённых огнезащитных покрытий из натриевого и калиевого жидких стёкол при воздействии теплового потока различной интенсивности, а также влияние числа наносимых слоев на прогрев поверхностного слоя древесины. Определена эффективная теплопроводность жидких стёкол различной толщины при воздействии направленного теплового потока. Результаты исследований протекания теплообменных процессов на разработанной экспериментальной установке могут быть использованы при создании огнезащитных покрытий на основе как жидкостекольных составов, так и других видов негорючих защитных покрытий.

Ключевые слова: жидкое стекло, тепловое воздействие, эффективная теплопроводность, огнезащитное покрытие.

E. A. Siplatov, A. L. Nikiforov, Y. K., Naganovskii, K. A. Novozhilova

COMPARATIVE ANALYSIS OF SODIUM AND POTASSIUM LIQUID GLASS AS A BINDER FOR FIRE RETARDANT COMPOSITIONS

The paper presents a comparative analysis of the behavior of cured coatings made of sodium and potassium liquid glasses when exposed to heat flow of varying intensity, as well as the effect of the number of layers applied on the heating of the surface layer of wood. The effective thermal conductivity of liquid glasses under the influence of a directed heat flow is determined. The results of the research using the developed experimental setup can be used in the development of flame-retardant coatings based on both liquid glass compositions and other types of coatings.

Keywords: liquid glass, thermal effect, effective thermal conductivity, flame retardant coating.

Исследование роли натриевого и калиевого жидкого стекла в качестве связующего компонента для огнезащитных составов представляет значительный интерес в контексте снижения пожарной опасности строительных материалов из древесины и ее производных. Натриевое и калиевое жидкие стекла обладают схожими физическими и химическими

© Сиплатов Е. А., Никифоров А. Л., Нагановский Ю. К., Новожилова К. А., 2024

свойствами, однако их использование в огнезащитных составах имеет свои особенности [1-11].

Цель данного этапа работы заключалась в проведении исследования влияния теплового потока разной интенсивности на образцах древесины с покрытием из натриевого и калиевого жидких стекол.

В исследованиях на экспериментальной установке использовались образцы натриевого и калиевого жидких стёкол с характеристиками представленными в табл. 1.

Таблица 1. **Характеристика образцов жидкого стекла**

№ п/п	Наименование	ГОСТ	Плотность г/см^3	Силикатный модуль
1	Стекло натриевое жидкое	13078-2021	1,4	2,7
2	Стекло калиевое жидкое	18958-73	1,4	3,1

Эксперименты проводились на образцах фанеры из березы толщиной (2,80±0,02) мм, диаметром (70,0±0,02) мм на которые были нанесены покрытия. На образцы наносились огнезащитные покрытия, которые перед термическоми воздействиями высушивались в течение не менее 48-ми часов. Толщину образца и нанесенного защитного слоя измеряли с помощью штангенциркуля с ценой деления 0,01 мм, массу привеса образа после нанесения покрытий определяли на лабораторных аналитических весах с точностью до миллиграмма.

Исследование теплового воздействия на образцы с покрытием проводились на оригинальной испытательной установке (рис. 1).

Установка состояла из теплоизолированной камеры, в верхней части которой помешался испытуемый образец с нанесенным покрытием. К его верхней необогреваемой стороне крепилась термопара (ТХА). Другие термопары располагались вдоль линии воздействия теплового потока. Термопара зачеканивалась на поверхность пластины, которая располагалась на нагревателе.

Перед проведением испытаний (без образца) определяли зависимость плотности падающего теплового потока в центре экспонируемой поверхности от температуры нагревательного элемента и расстояния от радиационной панели до поверхности образца. (табл. 2). Кроме того, были определены точностные характеристики испытательного оборудования по сходимости интенсивности нагревания, а также совокупность других воздействующих факторов на ход эксперимента.

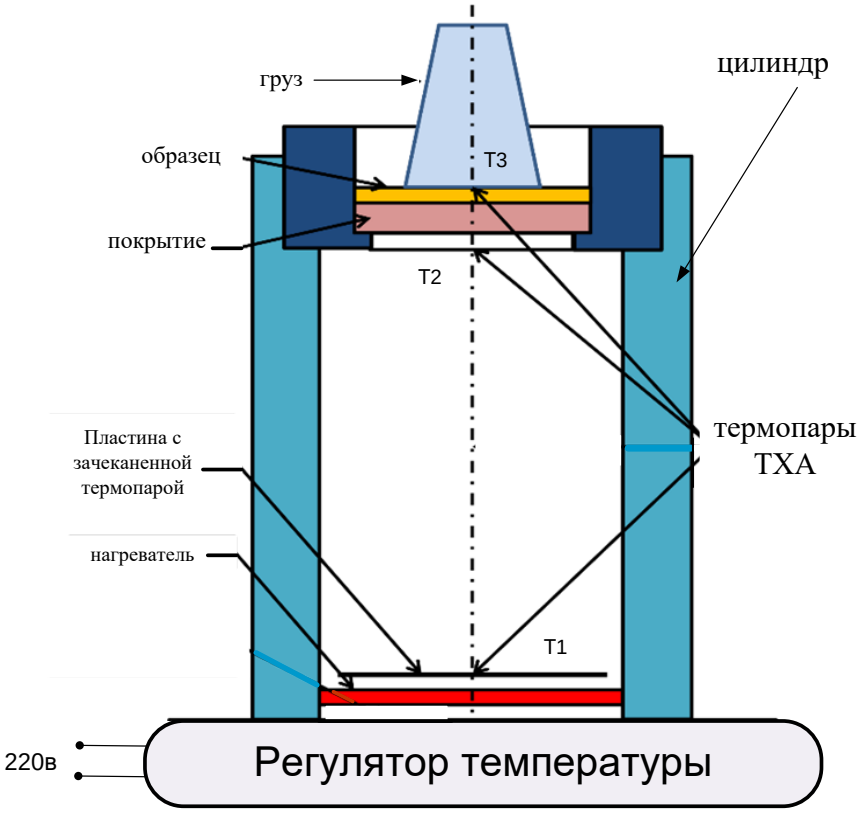


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

Таблица 2. **Зависимость плотности падающего теплового потока от температуры перед образцом в камере печи**

q, кВт·м$^{-2}$	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0
t_2, ^{0}C	120,0	240,0	350,0	430,0	480,0	525,0

Эффективная теплопроводность покрытий оценивалась следующим образом: подготовленные для испытаний образцы помещались в верхней части камеры, закреплялись параллельно нагревателю и подвергались воздействию тепловых потоков от радиационной панели. Температура в зоне нагревания (перед покрытием) и на задней (необогреваемой) стенке образца регистрировалась в градусах Цельсия прибором для измерения и записи температуры в виде файла данных ($t=f(\tau)$). Термопара (T_3) на необогреваемой стороне прижималась грузом из теплоизоляционного материала. Термическое воздействие на образцы продолжалось до достижения температуры на необогреваемой стороне образца равной 150 ^{0}C.

По результатам исследований были получены зависимости нагрева пластины слоеной фанеры от вида нанесённого покрытия (рис. 2.).

Из представленных зависимостей видно, что время прогрева пластины ($\tau_п$) без покрытия до 100^0С достигается через 6,2 мин, до 150^0С через 8,8 мин. Соответственно для образцов с покрытием равной толщины составили для натриевого стекла 6,0 и 9,0 мин, а калиевого стекла - 10,8 и 15,4 мин соответственно.

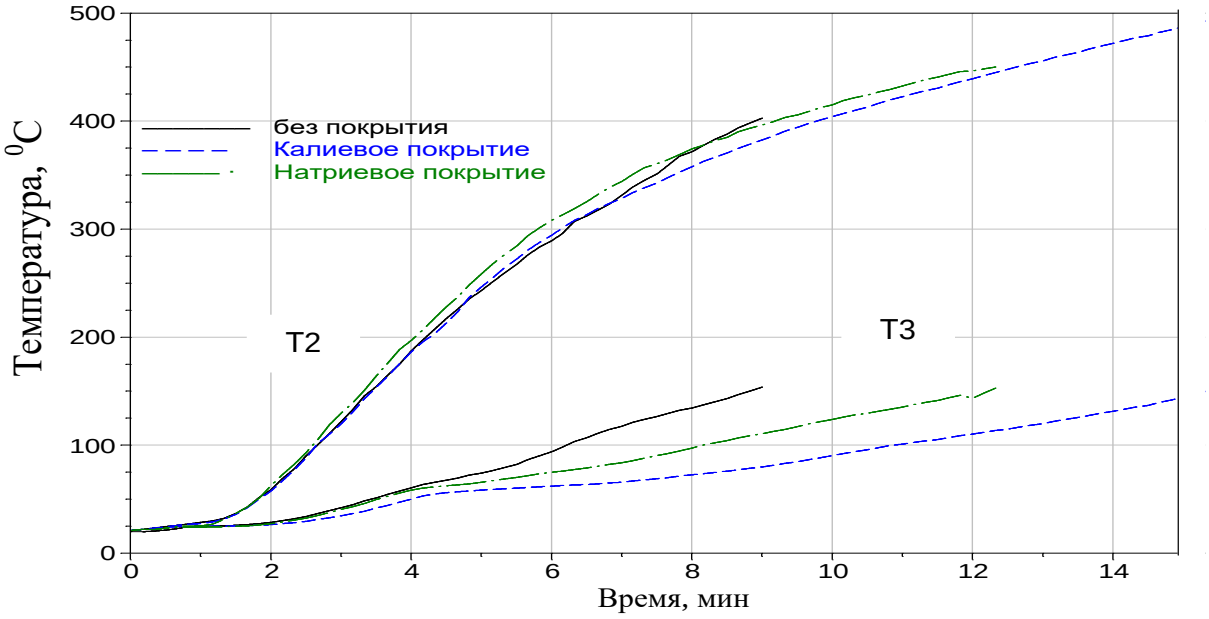


Рис. 2. Температурные зависимости нагрева образцов с огнезащитным покрытием различного состава одинаковой толщины

Результаты исследования влияния толщины покрытия на эффективную теплопроводность пластины показаны в табл. 3, 4. Видим, что с увеличением толщины покрытия эффективная теплопроводность пластин с покрытием снижается, причем у калиевого покрытия эта зависимость проявляется более ярко чем у натриевого.

Таблица 3. **Влияние толщины натриевого жидкого стекла на теплоизолирующие характеристики покрытия при воздействии теплового потока**

№ п/п	Образцы, толщина покрытия, мм	Время воздействия теплового потока, сек	Тепловой поток q, кВт·м$^{-2}$	Эффективная теплопроводность λ, Вт·(м·К)$^{-1}$
1	без покрытия	550	18,0	0,28
2	0,14	690	23,0	0,26
3	0,15	730	23,0	0,24
4	0,24	750	23,0	0,24
5	0,25	750	23,0	0,24

Таблица 4. **Влияние толщины калиевого жидкого стекла на теплоизолирующие характеристики покрытия при воздействии теплового потока**

№ п/п	Образцы, толщина покрытия, мм	Время воздействия теплового потока, сек	Тепловой поток q, кВт·м$^{-2}$	Эффективная теплопроводность λ, Вт·(м·К) $^{-1}$
1	без покрытия	550	18,0	0,28
2	0,14	580	21,0	0,26
3	0,15	670	21,0	0,24
4	0,24	750	22,5	0,24
5	0,35	930	24,8	0,20

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- разработанная экспериментальная установка позволяет решать задачи по определению эффективной теплопроводности различных покрытий (составов) замедляющих процесс термодеструкции различных материалов на основе древесины;
- использование калиевого жидкого стекла позволяет получить огнезащитные покрытия, обладающие более высокими свойствами к сдерживанию теплового потока.

Продолжение работы предполагает создание огнезащитных композиций с улучшенными теплоизолирующими свойствами за счет введения в состав эффективных добавок и засчет изменения структуры защитного покрытия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Огнезащитные вспучивающиеся покрытия для древесины/ А.В. Павлович, А.С. Дринберг, С.Б. Врублевский - М.: ООО «Издательство «ЛКМ-пресс», 2022. – С. 20-21.

2. Белых С.А., Новоселова Ю.В., Новоселов Д.А. Исследование технологических приемов повышения огнезащитной эффективности жидкого стекла из микрокремнезема // Труды Братского государственного университета: Серия: Естественные и инженерные науки. 2019. – Братск: Изд-во БрГУ, 2019. – С. 196–100.

3. Сиплатов Е.А.· Никифоров. А.Л.· Нагановский Ю.К.· Новожилова К.А. Термическая деструкция жидкого стекла и его компонент в различных условиях нагревания и различных средах. Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов. Сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 2024. С. 349-355.

4. Белых С.А., Лебедева Т.А., Даминова А.М.. Строительные материалы на основе наполненных жидкостекольных композиций и область их применения. Строительные материалы- 2017 № 4 (36) с. 176-181.

5. Белых С.А., Новоселова Ю.В., Кудяков А.И.. Жидкое стекло из микрокремнезема в качестве связующего при получении огнезащитной композиции для древесины. Системы. Методы. Технологии. С.А. Белых и др. Жидкое стекло … 2016 № 4 (32) с. 154-160

6. Разработка нового подхода к обеспечению защиты строительных конструкций из древесины и материалов на ее основе от воздействия высоких температур и открытого пламени / Е. А. Сиплатов, А. Л. Никифоров, Н. М. Панев, В. А. Мусатов // Современные проблемы гражданской защиты. – 2023. – № 1(46). – С. 136-144.

7. Практические исследования огнезащитных составов для древесины на основе жидкого стекла / Е. А. Сиплатов, А. Л. Никифоров, Н. М. Панев [и др.] // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XVIII Международной научно-практической конференции, Иваново, 23 ноября 2023 года. – Иваново: ФГБОУ «Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС РФ, 2023. – С. 833-837.

8. Покрытия на основе минерального связующего для огнезащиты деревянных конструкций / А. А. Козлитин, В. В. Лебедева, И. Н. Непочатых // Научный вестник НИИГД Респиратор. – 2020. – № 4(57). – С. 26-32.

9. Патент № 2718870 C1 Российская Федерация, МПК C09D 5/18, C09D 1/02. огнезащитная вспучивающаяся краска: № 2019135963: заявл. 08.11.2019: опубл. 15.04.2020 / Б. Д. Азмухаметов; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «ОГНЕЗАЩИТНЫЕ РЕШЕНИЯ».

10. Кудашкина, Н. Г. Золокерамзит на основе золы уноса угольных ТЭС / Н. Г. Кудашкина, К. П. Гусев, В. В. Ларичкин // Наука промышленность оборона : труды XX Всероссийской научно-технической конференции, посвященной 150-летию со дня рождения С.А. Чаплыгина. Том 3. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019. – С. 227-231.

11. Айтуреев, М. Ж. Исследование оптимизации физико-химических характеристик жидких стекол, используемых в композициях электродных покрытий / М. Ж. Айтуреев, Б. О. Есимов, А. А. Естауова // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2007. – Т. 50, № 7. – С. 75-77.

УДК 614.846

В. Н. Сопот, О. В. Букреева, С. С. Косицкий
Военная академия материально-технического обеспечения
имени генерала армии А. В. Хрулева

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АЭРОДРОМНОГО ПОЖАРНОГО АВТОМОБИЛЯ АА-8,0/60-50/3

В статье дана оценка уровня технического совершенства аэродромного пожарного автомобиля АА-8,0/60-50/3 на основе сравнения тактико-технических характеристик с зарубежными аэродромными пожарными автомобилями.

© Сопот В. Н., Букреева О. В., Косицкий С. С., 2024

Ключевые слова: аэродромные пожарные автомобили, основные технические характеристики, уровень технического совершенства, современный образец.

V. N. Sopot, O. V. Bukreeva, S. S. Kositsky

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE TECHNICAL CHARACTERISTICS OF THE AA AIRFIELD FIRE AA-8,0/60-50/3

The article provides an assessment of the level of technical perfection of the AA airfield fire truck-8,0/60-50/3 based on a comparison of tactical and technical characteristics with foreign airfield fire trucks.

Keywords: airfield fire trucks, main technical characteristics, level of technical excellence, modern model.

На основании Приказа Министра обороны Российской Федерации № 340 от 14 июня 2022 г. на снабжение Вооруженных Сил Российской Федерации принят аэродромный пожарный автомобиль АА-8,0/60-50/3 на шасси КамАЗ-43118, модель 51-ТВ [1]. Аэродромному пожарному автомобилю АА-8,0/60-50/3 на шасси КамАЗ-43118 по Классификатору вооружения, военной, специальной техники и военно-технического имущества Министерства обороны Российской Федерации присвоен код – Д2 52 1199 2, Федеральный номенклатурный номер – 4210571669870. Внешний вид автомобиля и схема с основными габаритными размерами представлена на рис. 1. Техническая характеристика приведена в табл. 1.

Таблица 1. **Основные технические характеристики АА-8,0/60-50/3 [1, 4]**

	Параметр	Ед. изм.	Значение
1.	Колесная формула	–	6 х 6
2.	Полная масса	кг	20790
3.	Габаритные размеры:		
	– длина	мм	9500
	– ширина	мм	2550
	– высота	мм	3600
4.	Двигатель:		
	тип	–	дизельный
	мощность максимальная	кВт (л.с.)	215 (290)
5.	Количество мест для боевого расчета		7
6.	Скорость максимальная	км/ч	90
7.	Вместимость цистерны	куб. м	8,0
8.	Емкость бензобака	л	500
9.	Пожарный насос:		
	– модель	НЦПН 40/100 В1Т	
	– номинальная подача	л/с	60
	– наибольшая высота всасывания	м	7,5
	– время забора с наибольшей высоты всасывания	с	≤ 40
10.	Температурный диапазон эксплуатации	^{0}С	–40…+40
11.	Гарантийный срок эксплуатации	лет	2
12.	Гарантийная наработка	час (км)	150 (20000)
13.	Назначенный срок службы	лет	10

Аэродромный пожарный автомобиль АА-8,0/60-50/3 на шасси КамАЗ-43118 предназначен для оснащения соединений, воинских частей и организаций Вооруженных Сил Российской Федерации и служит для тушения пожаров. Автомобиль обеспечивает:

– доставку к месту пожара боевого расчета, пожарно-технического вооружения, аварийно-спасательного инструмента и запаса огнетушительных средств;

– подачу воды или воздушно-механической пены через стационарные и ручные стволы;

– тушение пожара углекислым газом;

– покрытие взлетно-посадочной полосы воздушно-механической пеной.

Комплектность: шасси автомобиля КамАЗ; цистерна; кабина боевого расчета; насосный отсек; ствол лафетный; документация эксплуатационная; ЗИП-О; пожарно-техническое вооружение в составе 46 позиций [2, 3, 7].

Рис. 1. Автомобиль аэродромный пожарный АА-8,0/60-50/3

Для сравнения рассмотрим аэродромный пожарный автомобиль Rosenbauer Panther 6x6 CA5 (Австрия). Rosenbauer Panther 6x6 CA5 (рис. 2) используется для защиты гражданских и военных аэродромов, на специальных шасси для защиты аэропортов высших категорий.

На российских военных аэродромах эксплуатируются пожарные машины Panther 6x6 [5, 8, 9]. Полное номенклатурное название — ПАА (пожарный аэродромный автомобиль), в комплектации насос — Rosenbauer R600 (подача жидкости в удельном объёме около 6 тыс. литров в минуту). Машина оснащена специальной турелью для тушения пожаров на высоте и в труднодоступных местах. В некоторых модификациях может использовать специальную насадку Stinger для прокалывания фюзеляжа самолёта и тушения пожара в определённом его отсеке.

Panther 6x6 CA5 способна развивать скорость до 80 км/ч за 30 с, максимальная скорость — 117 км/ч (требования ICAO — от 115 км/ч). Чтобы этим характеристикам по скорости и темпам разгона соответствовать, на шасси противопожарной австрийской «Пантеры» установлены шины R20XZL Michelin — при колёсной базе 4800+1600 и двигателе CAT C18 (тяговый двигатель расположен в задней части пожарной машины).

Тактико-технические характеристики машины приведены в табл. 2.

Рис. 2. Аэродромный автомобиль пожаротушения
Фирма Rosenbauer Panther 6x6 CA5 (Австрия)

Таблица 2. **Тактико-технические характеристики машины Rosenbauer Panther 6x6 CA5**

Наименование	Характеристика
Габаритные размеры, мм	11560x3000x3650
Ходовая часть, тип	RBM 36.705 LHD
Колесная база, мм	4800+1600
Двигатель: мощность, кВт	CAT C18, Euro 3 518 при 2300 мин$^{-1}$

Наименование	Характеристика
Трансмиссия	Twin Disc TD61-1179 TDEC400 со встроенной раздаточной коробкой
Разветвитель	Twin Disc 8MLW 1755-1
Коробка отбора мощности (2 шт.)	Twin Disc с коэффициентом 1.28
Ходовые характеристики: ускорение 0–2000 м ускорение 0–80 км/ч	 Около 95 с 25 с при массе 34,7 т (при нормативе 45 с)
Шины	16.00 R20XZL Michelin
Экипаж, чел.	6
Способность преодолевать подъемы, град	До 50
Угол опрокидывания, град	30
Общая эксплуатационная масса, кг	34 745
Вместимость водобака, л	12 500
Вместимость пенобака, л	1500
Установка тушения СО2, кг	4х30
Насос: производительность, л/мин	Rosenbauer R600 6000

Сравнение проведем по методике определения уровня совершенства, приведенной в статье [6].

В методике реализован подход к определению категории технического совершенства образца, основанный на сравнении исследуемого образца с базовым, который заключается в выполнении следующих этапов:

1. Выбор перечня характеристик для определения уровня технического совершенства образца (основных технических характеристик) и его обоснование с точки зрения представительности характеристик.

2. Определение значений показателей уровня технического совершенства базового образца.

3. Определение значений показателей уровня технического совершенства исследуемого образца.

4. Сопоставление полученных значений оцениваемого образца с базовыми значениями.

5. Определение категории технического совершенства образца.

На первом этапе проводится выбор сравниваемых характеристик с использованием экспертно-аналитического метода. При этом из всего множества характеристик отбираются 5…9 ключевых характеристик, определяющих эффективность исследуемого образца. Выбор характеристик осуществляется путем заполнения опросных листов. Сравнительные характеристики аэродромных автомобилей АА-8,0/60 и Rosenbauer Panther 6х6 СА5 приведены в табл. 3.

Таблица 3. **Сравнительные характеристики аэродромных автомобилей АА-8,0/60 и Rosenbauer Panther 6x6 CA5**

№ п/п	Наименование характеристики	Числовое значение характеристики		Прямая (1) обратная (0) характерис-тика
		АА-8,0/60	Rosenbauer Panther 6x6 (Австрия)	
1	Объём воды и огнетушащих веществ, м3	8	12,5	1
2	Скорость подачи огнетушащих веществ, л/с	70	100	1
3	Дальность подачи огнетушащих веществ, м	100	100	1
4	Максимальная скорость, км/ч	90	117	1
5	Боевой расчёт, чел	5	6	0
6	Масса, т *	21	35	0
7	Цена, млн руб	14	59	0

Целевой индикатор I_{x_i} по i-ой характеристике находится следующим образом:

$$I_{x_i} = \frac{X_i}{X_i^Б}, \quad (1)$$

где Xi — величина выбранной характеристики исследуемого образца (АА-8,0/60);

$X_i^Б$ — величина характеристики базового образца (Rosenbauer Panther 6x6 CA5).

Если повышению величины сравниваемой характеристики соответствует ухудшение качества образца, то следует принять для расчета обратную зависимость:

$$I_{xi} = \frac{X_i^Б}{X_i} \quad (2)$$

Значения целевых индикаторов характеристик автомобиля аэродромного пожарного АА-8,0/60 приведены в табл. 4.

Таблица 4. **Значения целевых индикаторов характеристик АА-8,0/60**

№ п/п	Наименование характеристики	Значение I_{xi}
1	Объём воды и огнетушащих веществ, м^3	0,640
2	Скорость подачи огнетушащих веществ, л/с	0,700
3	Дальность подачи огнетушащих веществ, м	1,000
4	Максимальная скорость, км/ч	0,769
5	Боевой расчёт, чел	1,2
6	Масса, т *	1,667

Далее заполняются ячейки матрицы парных сравнений на основе предпочтений в соответствии с иерархией суждений (табл. 5) [6].

Таблица 5. **Матрица парных сравнений характеристик АА-8,0/60 и Rosenbauer Panther 6x6 CA5**

A_i/A_j	1	2	3	4	5	6	∑Aji
1	1	2	3	3	5	7	21,00
2	0,5	1	3	3	4	3	14,50
3	0,33	0,33	1	2	6	6	15,67
4	0,33	0,33	0,50	1	3	3	8,17
5	0,20	0,25	0,17	0,33	1	6	7,95
6	0,14	0,33	0,17	0,33	0,17	1	2,14
∑Aij	2,51	4,25	7,83	9,67	19,67	26,00	69,43

Для каждой характеристики ее весовой коэффициент ε_i определяется путем нахождения собственного вектора матрицы парных сравнений:

$$\varepsilon_i = \frac{\sum_{i=1}^{n} a_{ij}}{\sum_{i,j=1}^{n} a_{ij}} \qquad (3)$$

$$\sum_{i=1}^{n} \varepsilon_i = 1;\ \varepsilon_i \in (0,1)$$

где ε_i — весовой коэффициент i-ой характеристики, n — количество характеристик.

Значения весовых коэффициентов характеристик приведены в табл. 6.

Для нахождения интегрального показателя уровня технического совершенства исследуемого образца необходимо осуществить свертку значений полученных целевых индикаторов характеристик с весовыми коэффициентами:

$$K_{\text{обр}} = \sum_{i=1}^{n} \varepsilon_i * I_{x_i}, \qquad (4)$$

где $K_{\text{обр}}$ — интегральный показатель уровня технического совершенства исследуемого образца, ε_i — весовой коэффициент i-ой характеристики, I_{x_i} — целевой индикатор образца по i-ой характеристике

Представленная свёртка позволяет получить оценку уровня технического совершенства образца. Значение интегрального показателя уровня технического совершенства образца *К*обр сопоставляется с интервалами, соответствующими алгоритму, представленному в [6].

Таблица 6. **Значения весовых коэффициентов характеристик и интегрального показателя уровня технического совершенства автомобиля АА-8,0/60**

№ п/п	Наименование характеристики	Значение ε_i	Значение $K_{обрi}$
1	Объём воды и огнетушащих веществ, м^3	0,302	0,194
2	Скорость подачи огнетушащих веществ, л/с	0,209	0,146
3	Дальность подачи огнетушащих веществ, м	0,226	0,226
4	Максимальная скорость, км/ч	0,118	0,090
5	Боевой расчёт, чел	0,115	0,137
6	Масса, т *	0,031	0,051
	∑	1,0	0,845

В соответствии с указанным алгоритмом по уровню технического совершенства образец принадлежит к одной из следующих групп:

- устаревшие образцы — образцы, не имеющие модернизационного потенциала, интегральный показатель уровня технического совершенства (*К*обр) которых определяется как: *К*обр < 0,8;

- современные образцы — образцы, интегральный показатель уровня технического совершенства которых определяется: 0,8 ≤ *К*обр ≤ 1,2;

- перспективные образцы — образцы, интегральный показатель уровня технического совершенства которых определяется: 1,2 < *К*обр.

Таким образом, аэродромный пожарный автомобиль АА-8,0/60-50/3 на шасси КамАЗ-43118 соответствует категории уровня совершенства – «СОВРЕМЕННЫЙ», т.к.

$$0{,}8 < К_{обр} = 0{,}845 < 1{,}2$$

Значение $К_{обр}$ ближе к левой допустимой границе можно объяснить тем, что автомобиль относится к категории «аэродромный», на которую накладываются более жесткие дополнительные требования [5]: максимальная скорость не менее 100 км/час (фактически 90 км/час), подача насоса не менее 70 л/с (фактически 60 л/с), удельная мощность не менее 11 кВт/т (фактически 10,2 кВт/т) и др., которые у аэродромного пожарного автомобиля Rosenbauer Panther 6x6 CA5, принятого за «базовый», выше, чем у автомобиль АА-8,0/60-50/3 на шасси КамАЗ-43118.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Министра обороны Российской Федерации №340 от 14 июня 2022 г. «О принятии на снабжение Вооруженных Сил Российской Федерации аэродромного пожарного автомобиля АА-8,0/60-50/3 на шасси КамАЗ-43118, модель 51-ТВ.

2. Сопот В.Н., Кадочникова Е.Н. К вопросу об основных пожарных автомобилях Вооруженных Сил Российской Федерации В сборнике: Пожарная безопасность: современные вызовы. проблемы и пути решения. Материалы

Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2023. С. 150-154.

3. Сопот В.Н., Краткие сведения о составе существующего парка пожарных автомобилей ВС РФ/ В.Н.Сопот, Д.Е. Кардаш, Е.Н.Кадочникова В сборнике: Надежность и долговечность машин и механизмов. Сборник материалов XV Всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 2024. С. 261-265.

4. www.uralpt.ru. Каталог аэродромных пожарных автомобилей.

5. Сопот В.Н., Кадочникова Е.Н., Вершинин А.М. // Обзор европейской пожарной техники. Сборник научных трудов VI Межведомственной научно-практической конференции «Актуальные вопросы перспективных направлений применения автомобильной и специальной техники». ВИ(ИТ) – издание СПб.: Медиапапиар, 2023. - С235 – 239 с.

6. Янович К.В., Руднев И.М. Сравнительный анализ технических характеристик систем контроля специальных параметров воздушной среды. Сборник «Научные проблемы материально-технического обеспечения Вооруженных сил Российской Федерации», 2018 г., с.263-273.

7. ГОСТ Р 59213-2020. Техника пожарная. Аэродромные пожарные автомобили. Общие технические требования.

8. Европейская техника на аэродромах ВКС РФ. Rosenbauer Panther 6x6. Электронный ресурс https://topwar.ru/124423-evropeyskaya-tehnika-na-aerodromah-vks-rf-rosenbauer-panther-6x6.html

9. Сопот В.Н., Кадочникова Е.Н. Тактико-технические характеристики отечественной и зарубежной аэродромной пожарной техники В сборнике: Надежность и долговечность машин и механизмов. Сборник материалов XV Всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 2024. С. 254-261.

УДК 614.841.41

В. Г. Спиридонова, О. Г. Циркина, Е. Л. Куликова
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕЧНЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Большинство текстильных материалов обладают высокой пожарной опасностью, легко воспламеняются от источника зажигания и быстро распространяют пламя по поверхности. Для сравнения пожароопасных свойств тканей с разными физико-химическими параметрами показатели, описывающие поведение образцов при пламенном горении и термическом нагреве, должны иметь количественное выражение, что не всегда учитывается в стандартных методиках.

Ключевые слова: текстильный материал, пожарная опасность, воспламеняемость, скорость распространения пламени, кислородный индекс.

© Спиридонова В. Г., Циркина О. Г., Куликова Е. Л., 2024

V. G. Spiridonova, O. G. Tsirkina, Ye. L. Kulikova

DETERMINATION OF THE LIST OF INDICATORS USED TO ASSESS THE FIRE HAZARD OF TEXTILE MATERIALS

Most textile materials have a high fire hazard, can easily ignite from an ignition source and quickly spread flames over the surface. To compare the fire-hazardous properties of fabrics with different physical and chemical parameters, the indicators describing the behavior of samples during flame combustion and thermal heating should be quantified, which is not always taken into account in standard methods.

Key words: textile material, fire hazard, flammability, flame propagation rate, oxygen index.

Текстильные материалы обладают пожароопасными свойствами, способными приводить к их воспламенению и последующему горению. Оценка пожарной опасности тканей разного состава, структуры и вида отделки является актуальной задачей.

Классификация строительных, текстильных и кожевенных материалов по пожарной опасности содержится в статье 13 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [1] и представлена на рис. 1. Текстильные и кожевенные материалы в рамках оценки соответствия нормативным требованиям должны быть испытаны на воспламеняемость, распространение пламени, дымообразующую способность и токсичность продуктов горения.

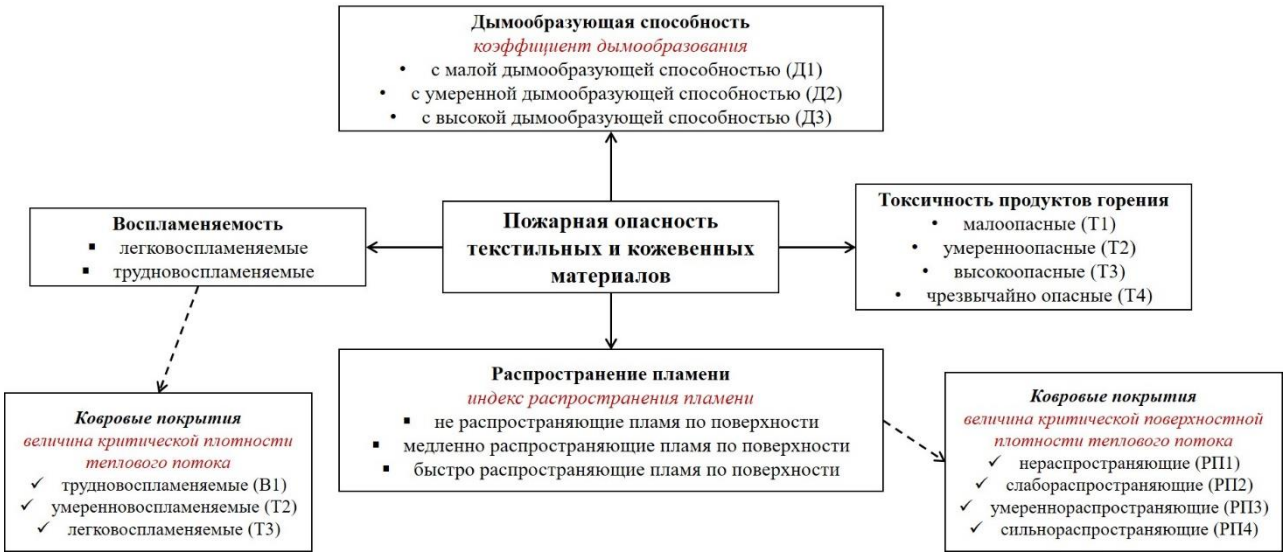


Рис. 1. Классификация текстильных и кожевенных материалов по пожарной опасности

В зависимости от назначения текстильных и кожевенных материалов при оценке пожарной опасности применяются показатели, указанные в таблице 30 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [1] и приведенные на рис. 2.

Рис. 2. Перечень показателей пожарной опасности текстильных материалов в зависимости от функционального назначения и стандарты для определения воспламеняемости

Единственным показателем пожарной опасности, определяемым для всех текстильных материалов, является воспламеняемость. Испытания проводятся на основании методик, закрепленных в национальных стандартах. Полученный результат в формате «легковоспламеняемый/трудновоспламеняемый текстильный материал» соответствует требованиям нормативных правовых актов [1], однако не позволяет сравнить образцы тканей и ранжировать их по пожарной опасности. Для специальной защитной одежды отдельный стандарт отсутствует, в связи с чем в исследованиях часто используется ГОСТ Р 50810-95 для декоративных тканей [2]. Межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 6940-2011 позволяет определить среднее время воспламенения (с) вертикально ориентированных образцов [3] и сравнить их между собой, однако не соотносится с классификацией текстильных и кожевенных материалов по пожарной опасности.

В совместной работе С. Назаре и А. Р. Хоррокса (Великобритания), посвященной исследованию воспламеняемости текстильных материалов, выделяются следующие основные показатели пожарной опасности: легкость воспламенения и скорость распространения пламени. Такой выбор

обосновывается тем, что на воспламеняемость текстильных материалов влияет как химический состав волокон, так и тип переплетения, поверхностная плотность и толщина материала. Большинство текстильных материалов имеют небольшую толщину, за исключением тяжелых промышленных тканей, геотекстиля и тканей для теплоизоляции, толщина которых может превышать 10 мм, а поверхностная плотность — 1 кг/м^2. Однако текстиль для основных видов изделий (постельные принадлежности, шторы и занавеси, обивка мебели, одежда) значительно тоньше, поэтому легкость воспламенения и скорость распространения пламени имеют первостепенное значение при оценке пожарной опасности.

В стандартных иностранных методах испытаний воспламенение ткани измеряется по минимальному времени воспламенения, то есть как долго пламя горелки должно воздействовать на ткань для воспламенения. Испытание на воспламенение включает воздействие пламени горелки на лицевую сторону или нижнюю кромку вертикально расположенного образца ткани. За возгоранием следят визуально и записывают время, необходимое для воспламенения образца [4].

Вертикальный тест UL94, разработанный Underwriters Laboratory Inc., позволяет оценить как воспламеняемость, так и скорость распространения пламени вертикально ориентированных образцов полимерных материалов. Стандартный образец зажимается вертикально, под образцом размещаются хлопчатобумажные нити. Пламя горелки подносится к краю образца на расстоянии 10 мм на 10 с (рис. 3). Регистрируется время остаточного горения. После затухания пламя повторно вносят к образцу на 10 с. Регистрируется как время остаточного горения, так и время остаточного тления. На основании полученных данных образец может быть отнесен к категориям воспламеняемости V_0, V_1, V_2. Наиболее огнестойкими являются материалы, имеющие категорию V_0 [5, 6]. Аналогично проводятся испытания на воспламеняемость и скорость распространения пламени для горизонтально ориентированных образцов с присвоением категорий HF-1, HF-2, HF-3 и HF-4. На основании пути, пройденного огнем (мм) и времени горения образца (с) рассчитывается скорость распространения пламени (мм/с) [7, 8].

Стоит отметить, что несмотря на отсутствие численных данных в результатах испытания, на основании определенных категорий образцы можно сравнить между собой и выделить как наиболее, так и наименее пожароопасные.

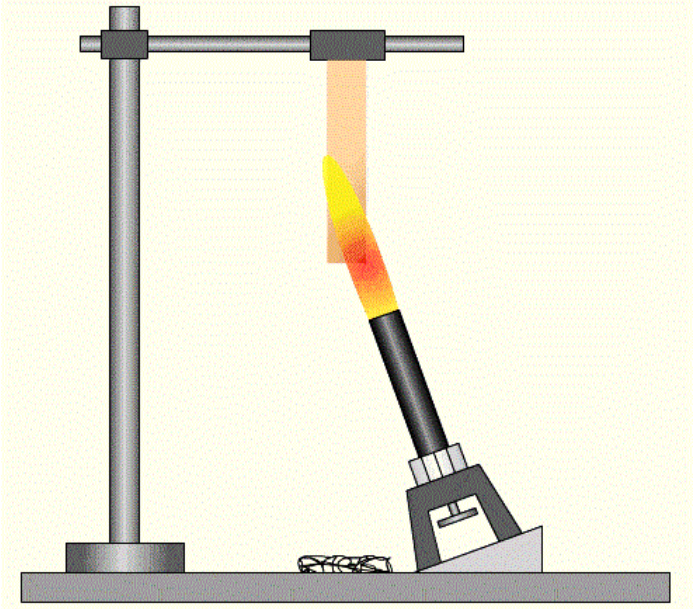


Рис. 3. Схема проведения вертикального теста UL94

Большинство методов для оценки поведения текстиля при горении делятся на две группы: стандартные методы испытаний и научные или исследовательские методы. Исследовательские методы дают более полную картину поведения при горении и содержат количественную оценку вместо определения соответствия или несоответствия нормативным требованиям. В 1970-е годы для измерения воспламеняемости полимерных материалов стал применяться метод кислородного индекса. Кислородный индекс (КИ) определяется как минимальная концентрация кислорода в смеси кислорода и азота, которая поддерживает пламенное горение материала. Как правило, текстильные изделия со значениями КИ 21 об% или менее горят быстро, ткани со значениями в диапазоне 21–25 об% горят медленно, а ткани с КИ ≥26 об% обладают свойством огнестойкости [4]. Хотя методы определения кислородного индекса для текстильных материалов не получили отдельного нормативного документа, они включены в соответствующие национальные и международные методы испытаний полимеров в целом [9, 10]. Испытания с использованием метода кислородного индекса позволяют оценить влияние на воспламеняемость текстильных материалов таких параметров, как состав и структура волокна, поверхностная плотность, объемная плотность, пористость, тип переплетения, ориентация образца (горизонтальная или вертикальная), условия зажигания (горизонтально, сверху вниз, снизу вверх) [11].

Таким образом, оценка пожарной опасности текстильных и кожевенных материалов предполагает определение такого параметра, как воспламеняемость. Наличие широкого ассортимента тканей различного функционального назначения предполагает возможность сравнения пожароопасных свойств текстиля и выбора наиболее безопасного варианта.

Однако в соответствии с нормативными требованиями свойство воспламеняемости описывается показателями «легковоспламеняемый» и «трудновоспламеняемый» без деления на категории и указания численных параметров. Следовательно, требуется проведение дополнительных испытаний, в том числе с применением научных и исследовательских методов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ. М.: Эксмо, 2024. 128 с.

2. ГОСТ Р ISO 6940-2011. Материалы текстильные. Характеристики горения. Метод определения воспламеняемости вертикально ориентированных образцов. М.: Стандартинформ, 2015. 18 с.

3. ГОСТ Р 50810-95. Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. Метод испытания на воспламеняемость и классификация. М.: Издательство стандартов, 1995. 12 с.

4. Nazaré S., Horrocks A.R. Flammability testing of fabrics // Woodhead Publishing Series in Textiles, Fabric Testing, Woodhead Publishing, 2008, pp. 339-388.

5. Laoutid F., Bonnaud L., Alexandre M., Lopez-Cuesta J.M., Dubois P. New prospects in flame retardant polymer materials: from fundamentals to nanocomposites // Mater. Sci. Eng. R. Rep, 2009, 63, pp. 100-125.

6. UL 94-2015 UL Standard for Safety Tests for Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances.

7. ISO 3795:1989 Road vehicles, and tractors and machinery for agriculture and forestry – Determination of burning behaviour of interior materials.

8. Rajeshkumar L., Kumar P. S., Boonyasopon P., Rangappa S. M., Siengchin S. Flame retardance behaviour and degradation of plant-based natural fiber composites // Construction and Building Materials, 2024, 432, 136552.

9. ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84). Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. М.: Стандартинформ, 2006. 100 с.

10. BS EN ISO 4589-1:2017 – TC Plastics. Determination of burning behaviour by oxygen index – General requirements.

11. Horrocks A.R., Tune M., Cegielka L. The Burning Behavior of Textiles and its Assessment by Oxygen-index Methods // Textile Progress, 2009, 18, 1-3, pp. 1-186.

УДК 342.92

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

РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ПОРЯДКА ПРИМЕНЕНИЯ АДМИНИСТРАТИВНЫХ НАКАЗАНИЙ ЗА НЕВЫПОЛНЕНИЕ ПРЕДПИСАНИЙ В УСТАНОВЛЕННЫЙ СРОК

В статье представлено техническое задание на разработку специального программного обеспечения, позволяющего осуществлять поддержку принятия решений должностных лиц органов государственного пожарного надзора при выдачи предписаний с указанными сроками устранениями нарушений обязательных требований пожарной безопасности, а также дел об административных правонарушениях и при принятии решений о назначении административного наказания в отношении лиц, совершивших нарушения обязательных требований пожарной безопасности.

Ключевые слова: административные наказания, государственный пожарный надзор, цифровые технологии.

O. E. Storonkina, T. A. Mochalova

DEVELOPMENT OF PROPOSALS TO IMPROVE THE PROCEDURE FOR APPLYING ADMINISTRATIVE PENALTIES FOR FAILURE TO COMPLY WITH ORDERS WITHIN THE ESTABLISHED TIME LIMIT

The article presents the technical specifications for the development of special software that allows for the support of decision-making by officials of state fire supervision bodies when issuing orders with specified deadlines for eliminating violations of mandatory fire safety requirements, as well as cases of administrative offenses and when making decisions on the imposition of administrative penalties on persons who have violated mandatory fire safety requirements.

Key words: administrative penalties, state fire supervision, digital technologies.

Ввиду постоянного реформирования законодательства в области контрольной (надзорной) деятельности, а также большой нагрузки на инспекторский состав органов государственного пожарного надзора (далее, ГПН), в деятельности инспекторов ГПН возникают проблемные вопросы, острота которых усиливается и тем, что большая часть ответственности лежит именно на инспекторах, и все это в совокупности с обязательствами, наложенными федеральным законодательством в части касающейся определения сроков устранения нарушений [1].

© Сторонкина О. Е., Мочалова Т. А., 2024

В связи с чем целью настоящей работы является разработка предложений, направленных на совершенствование деятельности должностных лиц контрольных (надзорных) органов МЧС России, в части касающейся определения вида и размера административного наказания, посредством разработки технического задания на разработку программного обеспечения, позволяющего осуществлять поддержку принятия решений должностных лиц органов ГПН при выдачи предписаний с указанными сроками устранениями нарушений обязательных требований пожарной безопасности, а также дел об административных правонарушениях и при принятии решений о назначении административного наказания в отношении лиц, совершивших нарушения обязательных требований пожарной безопасности.

При проведении инспектором ГПН контрольных (надзорных) мероприятий помимо составления и выдачи предписания об устранении нарушений обязательных требований, должностное лицо, проводившее контрольное (надзорное) мероприятие, обязано также принять меры по привлечению лиц, виновных в совершении административных правонарушений, к ответственности в соответствии с законодательством об административных правонарушениях, при этом, в случае, если в ходе проведения внепланового контрольного (надзорного) мероприятия будет выявлено, что предписание не выполнено (или выполнено не в полном объеме) – в таком случае инспектор органа ГПН также обязан принять указанные меры (рис. 1).

Рис. 1. Схема устранения нарушений обязательных требований пожарной безопасности

Анализ проблем определения сроков устранения нарушений обязательных требований пожарной безопасности показывает, что, при условии соблюдения всех рассмотренных положений, установленных Федеральными законами, фактически незащищенными остаются инспектора ГПН и люди, посещающие (а также работающие) тот или иной объект, который эксплуатируется с нарушением требований пожарной безопасности.

Объект защиты должен соответствовать требования пожарной безопасности, при условии, что на выполнение требований пожарной безопасности у руководителя объекта защиты не хватает денежных средств, то такой объект защиты не должен функционировать до момента устранения всех нарушений. Это связано с тем, что практически любое нарушение требований пожарной (за некоторым исключением) безопасности можно отнести к нарушениям, которые несут угрозу жизни и здоровью людей.

Вопрос возможности продления сроков устранения нарушений требований пожарной безопасности, указанных в предписании также вызывает ряд вопросов.

Зачастую при подаче ходатайства о продлении сроков исполнения предписания об устранении нарушений обязательных требований пожарной безопасности, руководители организаций в качестве обоснования причин невозможности выполнения предписания в установленный срок указывают отсутствие средств, долгое проведение конкурсных процедур для найма подрядчиков и тому подобные причины. Данные вопросы не должны возникать, когда речь идет об обеспечении пожарной безопасности людей, которые находятся на территории объекта защиты [2].

Для решения проблемы по определению срока, устанавливаемого для устранения нарушений обязательных требований пожарной безопасности, рассматривается два способа по унификации сроков устранения нарушений, указываемых в предписании:

- создание и наполнение базы данных о типовых и нетиповых нарушениях требований пожарной безопасности и заблаговременное определение максимальных сроков выполнения тех или иных видов работ, направленных на устранение нарушений требований пожарной безопасности;
- разработка базы данных нарушений обязательных требованиях пожарной безопасности указанными сроками устранения в период проведения контрольного (надзорного) мероприятия на стадии выдачи предписания. Инспектор ФГПН сможет определить максимальные сроки выполнения тех или иных видов работ, направленных на устранение нарушений требований пожарной безопасности.

Техническое задание для программного обеспечения должна включать перечень типовых (наиболее часто встречающихся) нарушений обязательных требований пожарной безопасности, содержать сроки выполнения соответствующих работ организациями, оказывающими услуги в области обеспечения пожарной безопасности, работающими на территории региона [3].

Автоматизированная аналитическая система поддержки и управления контрольно-надзорными органами МЧС России (ААС КНД) представляет собой одну из информационных систем, предназначенную для автоматизации контрольно-надзорной деятельности МЧС России и обеспечения взаимодействия в электронном виде с единым порталом государственных услуг, государственной информационной системой о государственных и муниципальных платежах, единым реестром проверок, системой досудебного обжалования, государственной автоматизированной системой «Управление» и заинтересованными федеральными органами исполнительной власти через систему межведомственного информационного взаимодействия

В интерфейсе ААС КНД — КНМ. Модуль КНМ представляет собой реестр сведений о контрольных (надзорных) мероприятиях, проводимых в отношении объектов территориального подразделения. В модуле КНМ представлены сведения о действующих, завершенных плановых и внеплановых КНМ. При использовании модуля КНМ государственному инспектору открывается перечень проверок, в которых он принимает участие (фамилия государственного инспектора находится в перечне лиц, имеющий право на проведение проверки)

ААС КНД представляет возможность работать только авторизованным пользователям.

Функциональная структура ААС КНД включает следующие подсистемы и компоненты:

а) реестр поднадзорных объектов;

б) реестр собственников;

в) реестр контрольных (надзорных) мероприятий;

г) реестр административных дел;

д) реестр профилактики;

е) реестр изменений категорий риска;

ж) реестр подразделений и должностных лиц;

з) модуль учета пожаров и их последствий;

и) модуль мониторинга.

Раздел «Мои мероприятия КНМ» представляет собой списочный перечень проводимых КНМ с возможностью фильтрации по статусу КНМ, категории риска проверяемого объекта, инспектору и подразделению.

В фильтре «Инспектор» по умолчанию устанавливается должностное лицо, работающее в личном кабинете.

При выборе строчки перечня допускается осуществить следующие действия:

открыть, создать КНМ, действия.

При нажатии на кнопку «Действия» раскрывается меню со следующими значениями:

КНД — позволяет перейти в раздел «Контрольных (надзорных) действий» и внести сведения о них (заполняется во время внесения сведений о проводимом КНМ);

Печать документов — позволяет скачать сформированный документ и подписать его;

Акт НПКНМ — позволяет сформировать акт о невозможности проведения КНМ;

Удалить — позволяет удалять сформированную запись в реестре Мои мероприятия КНМ.

Проведение КНМ в ААС КНД осуществляется путем заполнения соответствующих экранов (создание нового контрольно-надзорного мероприятия, согласование с прокуратурой, редактирование контрольно-надзорного мероприятия, уведомление, проведение КНМ, результаты проведения КНМ).

При выявлении нарушений обязательных требований необходимо в разделе «Выявленные нарушения объекта защиты (здания)» заполнить вкладку база данных «Нарушения, сроки», «Наименование, тип нарушения», «Срок устранения нарушения обязательных требований пожарной безопасности».

Автоматический выбор лица, допустившего нарушение (юридическое лицо, физическое лицо, индивидуальный предприниматель или должностное лицо) при тяжести негативных последствий, которые наступят при несоблюдении правил и требований пожарной безопасности на объекте защиты. Во всех случаях невыполнения нарушений по истечению указанного срока инспектором ФГПН принятие воздействия не подразумевает признание нарушение малозначительным и освобождение от административного наказания.

В реестре административных дел в ААС КНД представляет собой набор пользовательских экранов (разделов) для организации деятельности органов ГПН, содержащий сведения о делах об административных правонарушениях (далее — АПН), с возможностью формирования документов, составляемых по результатам их рассмотрения.

Работать с реестром административных дел могут пользователи с привилегиями «Начальник», «Заместитель начальника», «Инспектор».

Реестр административных дел представляет собой списочный перечень дел об административных правонарушениях, с возможностью фильтрации по столбцам перечня.

Указанный реестр позволяет создавать административные дела в ручном режиме, а также автоматически из сведений, полученных в результате проводимых КНМ.

Дело об административном правонарушении формируется путем заполнения экранов «Возбуждение дела об АПН», «Извещение о составлении протокола», «Протокол», «Направление копии протокола и извещения о рассмотрении дела об АПН», «Постановление».

Экран «Возбуждение дела об АПН» заполняется с целью начала процедуры создания дела об административном правонарушении и позволяет внести нарушения, связанные с деятельностью организаций, юридический лиц, должностных лиц, физических лиц.

Пример интерфейса ПО представлен на рис. 2–4 (стрелками показаны переходы между разделами, в конечном продукте они (стрелки) не предполагаются).

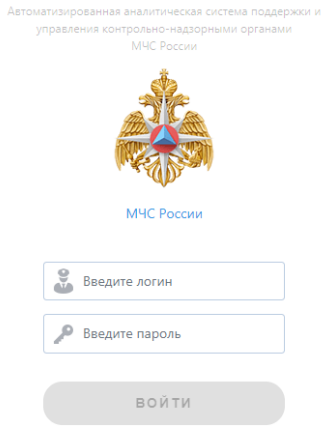


Рис. 2. Ввод личных данных пользователя

Рис. 3. Мероприятия КНМ

Рис. 4. Выбор вида информации по делу об административном правонарушении, которую необходимо добавить

Таким образом, разработка базы данных с перечнем наиболее распространенных нарушений требований пожарной безопасности, встречающихся на объектах защиты со сроками их устранения, позволит осуществлять поддержку принятия решений должностными лицами органов государственного пожарного надзора при назначении административного наказания в отношении лиц, совершивших нарушения обязательных требований пожарной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буркин В.Н. Предложения по совершенствованию нормативной правовой базы за нарушения в области пожарной безопасности / В. Н. Буркин, Т. А. Мочалова, О. Е. Сторонкина // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: Сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 11 апреля 2024 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС РФ, 2024. – С. 46-51. – EDN FNBAEI.

2. Широков, С. В. Разработка предложений по совершенствованию правоприменительной практики в рамках лицензионного контроля в области пожарной безопасности / С. В. Широков, О. Е. Сторонкина, Т. А. Мочалова // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: Сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 11 апреля 2024 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС РФ, 2024. – С. 498-502. – EDN UVQDAK.

3. Сторонкина О.Е. Разработка предложений по совершенствованию правоприменительной практики при назначении наказаний за нарушения в области пожарной безопасности / О.Е. Сторонкина, Т.А. Мочалова, А.А. Лазарев // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций: Материалы IV Всероссийской научно-практической

конференции, Красноярск, 21 апреля 2023 года. – Железногорск: ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России», 2023. – С. 265-268. – EDN HDVYNT.

УДК 614.841

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

ПОВЕДЕНИЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ИСТОЧНИКОВ ЗАЖИГАНИЯ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

В статье представлены экспериментальные данные по оценке воспламеняемости материалов мягкой мебели и текстильных изделий бытовой обстановки при воздействии тлеющих табачных изделий.

Ключевые слова: текстильные материалы, тлеющие табачные изделия, воспламеняемость.

O. E. Storonkina, T. A. Mochalova, A. A. Osmolovskay

BEHAVIOR OF TEXTILE MATERIALS WHEN EXPOSED TO LOW-POWER IGNITION SOURCES

The article presents experimental data on the assessment of the flammability of upholstered furniture materials and household textiles when exposed to smoldering tobacco products.

Key words: textile materials, smoldering tobacco products, flammability.

Согласно статистики пожаров и судебно-экспертной практики, пожары в жилищах от тлеющих табачных изделий являются довольно частыми явлениями. При попадании тлеющего табачного изделия (далее, ТТИ) на поверхность дивана, ватное одеяло, покрывало и другие изделия, материалы которых склонны к самоподдерживающемуся тлеющему горению, может возникнуть тление материала, продолжающееся в течении длительного времени, с возможным переходом (или не переходом) в пламенное горение.

ТТИ относятся к маломощным источникам зажигания, пожарная опасность которых определяется температурой и временем тления. Эти показатели определяются теплофизическими свойствами табака и бумаги, из которых они изготавливаются, а также интенсивностью поступления окислителя к зоне тления [1].

© Сторонкина О. Е., Мочалова Т. А., Осмоловская А. А., 2024

Целью исследования являлась оценка поведения текстильных материалов различного назначения при воздействии на них ТТИ.

В качестве объектов исследования использовались текстильные материалы, используемые для изготовления современных постельных принадлежностей, а также различных элементов мягкой мебели. Для проведения эксперимента были взяты 6 образцов текстильных материалов и изделий, изготовленных из синтетических и смесовых тканей (см. таблицу).

Испытания на воспламеняемость проводили в соответствии с ГОСТ Р 53294-2009, устанавливающий методы определения воспламеняемости от маломощных источников зажигания изделий (постельных принадлежностей, элементов мягкой мебели). При проведении испытания измеряли продолжительность тления текстильного изделия, и отмечали характерные особенности, если таковы имелись (наличие дымообразования и его цвет, запах). После измеряли длину и глубину прогара, описывали следы повреждений и определяли, относится ли изделие к группе легковоспламеняемых по трём условиям согласно п.4.5.1 [2 - 5].

Таблица. **Текстильные изделия, применяемые в качестве образцов исследования** [4, 5]

Номер образца	Название образца	Состав образца
№ 1	Покрывало махровое «Велсофт»	100 % — полиэстер
№ 2	Подушка пух-перо	Ткань верха мембрана, наполнитель: 60 % — перья, 40 % — пух
№ 3	Одеяло ватное	Ткань верха — поплин; наполнитель 100 % — хлопковая вата
№ 4	Ткань «Энигма»	100 % — полиэстер
№ 5	Ткань «Флок-софт»	65 % полиэстера, 35 % хлопка
№ 6	Ткань «Форест»	65 % полиэстера, 18 % акрила, 17 % нейлона

Так, при воздействии ТТИ на образец № 1 в течение 90 секунд наблюдалось интенсивное образование густого светло-серого дыма на протяжении всего времени тления. После затухания сигареты прекращалось и тление материала, которое составило 360 секунд (6 минут).

При осмотре образца выявлено, что на ткани образовался сквозной прогар. В процессе остывания материала, по краям по форме тлеющего табачного изделия сформировался твёрдый карбонизированный остаток тёмно-коричневого цвета (рис. 1). К группе легковоспламенямых не относится.

Воздействие ТТИ на образец № 2 через 180 секунд (3 минуты) сопровождалось образованием белого дыма, и в течение всего процесса тления дымообразование интенсивно увеличивалось. После прекращения тления табачного изделия тление перьев и пуха продолжилось в течении 13 минут.

После удаления источника зажигания и осмотре образца выявлено, что на наперник подушки образовался сквозной прогар, по краям которого остался твёрдый остаток коричневого цвета по форме тлеющего табачного изделия. Перья и пух, входящие в состав наполнителя подушки, были подвержены тлению, на поверхностном слое они спеклись, образуя хрупкий углистый остаток чёрного цвета (рис. 2). Образец № 2 не относится к группе легковоспламеняемых.

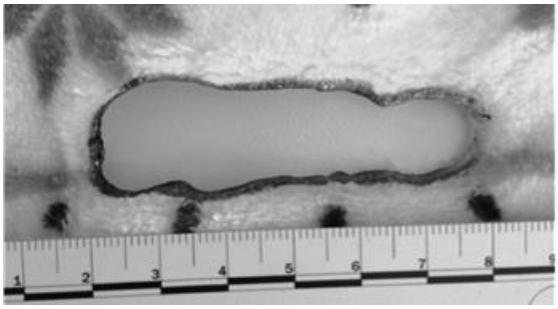


Рис. 1. Образец № 1
после удаления ТТИ

Рис. 2. Образец № 2
после удаления ТТИ

При воздействии ТТИ на образец № 3 через 150 секунд тление проходило по всей толщине материала и сопровождалось выделением большого количество белого едкого дыма (рис. 3). Распространение горения происходило по всем направлениям от источника зажигания. На 13 минуте воздействия ТТИ площадь термического поражения материала составила более 50 % (рис. 3), образовались сквозные прогары одеяла. На 17 минуте образец полностью был охвачен процессом тления. Ватное одеяло относится к материалам склонным к самоподдерживающемуся тлеющему горению. Эта способность объясняется развитой поверхностью, на которой происходит реакция взаимодействия горючего вещества с кислородом воздуха. Благодаря пористости, они имеют обычно низкую теплопроводность, что помогает не терять, накапливать тепло, выделяющееся в процессе тления. Образец № 3 относится к числу легковоспламеняемых материалов.

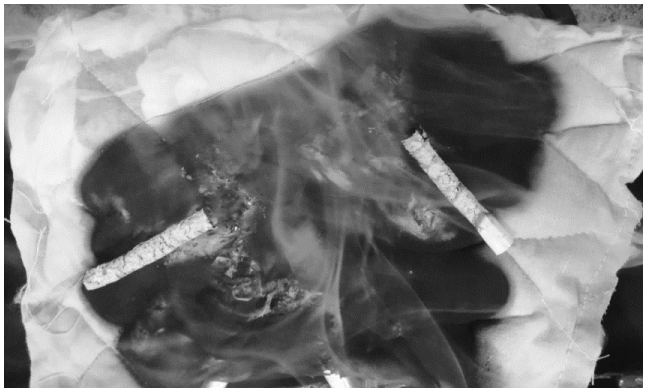


Рис. 3. Воздействие ТТИ на образец № 3

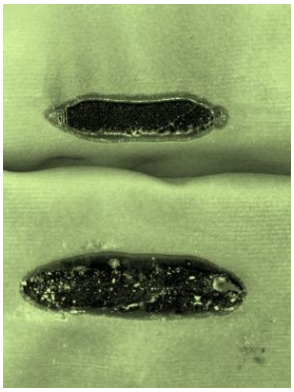


Рис. 4. Образец ткани № 4 после удаления ТТИ

Для образца ткани № 4 тление материала полностью прекращалось к моменту окончания тления ТТИ. После удаления сгоревшего табачного изделия выявлено, что ткань расплавилась и затвердела (рис. 4), это характерно для полиэстеровых волокон. Прогар ткани в длину составил 52 мм, что соответствует длине ТТИ до фильтра.

Для ткани № 5 также наблюдалось полное прекращение тления материала к окончанию тления табачного изделия (рис. 5). 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.

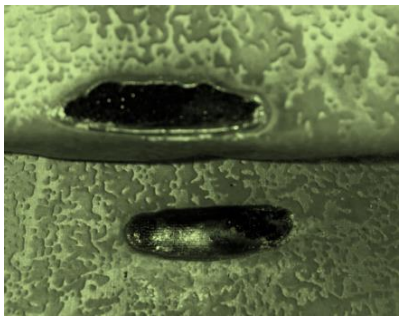


Рис. 5. Образец ткани № 5 после удаления ТТИ

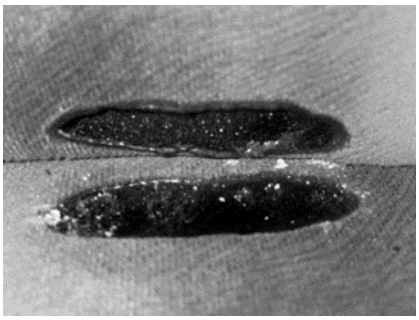


Рис. 6. Образец ткани № 6 после удаления ТТИ

Ткань № 6 в испытании с ТТИ также не поддерживала тления при воздействии табачного изделия (рис. 6). При осмотре образца после удаления ТТИ выявлено, что ткань стала рыхлой и обуглилась, это характерно для материала, который содержит в составе акрил. Прогар в длину составил 55 мм.

Обивка верхней части («спинки») импровизированного дивана для всех трех исследуемых образцов так же расплавилась и затвердела, на тканях видны следы закопчения, направленные вверх. Поролоновая подложка прогорела на такую же длину и ширину, глубина прогара составила 2 мм (рис. 4–6) [5].

По результатам проведенных испытаний выявлено, что материалы натурального происхождения, такие как образец № 2 и № 3 имели в своем составе пористые материалы (вата, пух, перо), поэтому при воздействии источника зажигания не подвергались плавлению, а обгорали. Образец № 2 не поддержал процесс тления после того, как тлеющее табачное изделия потухло, в отличие от образца № 3. Это объясняется тем, что у данных материалов разная температура самовозгорания, у пера она выше, чем у хлопковой ваты.

Образцы тканей № 4–6 не поддерживали самостоятельного тления и не распространяли горение по поверхности, так как относятся к термопластичным материалам (не способным плавиться при нагревании), значит они не загорятся от воздействия ТТИ.

Полученные экспериментальные данные позволяют сделать вывод о том, возникновение пожара от ТТИ определяется их зажигательной способностью по отношению к веществам и материалам, находящимся в контакте с тлеющими источниками зажигания. При этом одним из главных факторов является время перехода тления материала в пламенное горение, его оценка и сопоставление с реальными обстоятельствами пожара.

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. 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.

4. 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 ИПСА ГПС МЧС России, 2023. – С. 143-146. – EDN CSEVTX.

5. Сторонкина О.Е. Исследование поведения текстильных изделий при воздействии источника зажигания малой мощности / О.Е. Сторонкина, Т.А. Мочалова, А.А. Осмоловская // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XVIII Международной научно-практической конференции, Иваново, 23 ноября 2023 года. – Иваново: ФГБОУ ВО ИПСА ГПС МЧС России, 2023. – С. 271-275. – EDN IIATYY.

УДК 614.841

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЖАРООПАСНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБИВОЧНЫХ МЕБЕЛЬНЫХ ТКАНЕЙ

В данной статье рассмотрена зависимость пожарной опасности обивочных мебельных тканей в зависимости от поверхностной плотности. Получены температуры самовоспламенения и термогравиметрические параметры образцов текстильных материалов.

Ключевые слова: обивочные ткани, распространение пламени, температура самовоспламенения, термогравиметрия.

O. E. Storonkina, T. A. Mochalova

STUDY OF FIRE HAZARD CHARACTERISTICS OF UPHOLSTERY FURNITURE FABRICS

This article examines the dependence of fire hazard of upholstery furniture fabrics on surface density. Autoignition temperatures and thermogravimetric parameters of textile material samples were obtained.

Key words: upholstery fabrics, flame propagation, autoignition temperature, thermogravimetry.

Современный интерьер помещений невозможно представить без использования текстильных материалов и изделия из них. Большинство интерьерных тканей производятся из синтетических волокон, которые обладают высокой горючестью. Ткани и изделия из таких волокон не только легко воспламеняются, но способствуют распространению пламени и при горении выделяют значительное количество продуктов горения и токсичных газов.

Для определения характера поведения текстильных материалов при взаимодействии с открытым пламенем и объектами, имеющими повышенную температуру, необходимо знать их показатели пожарной опасности, к которым относятся — группа горючести, воспламеняемость, скорость распространения горения и др. Кроме этого, данные по пожароопасным характеристикам могут понадобиться при анализе влияния внешних факторов на вероятность возникновения возгорания и последующего развития горения.

© Сторонкина О. Е., Мочалова Т. А., 2024

В данной работе в качестве объектов исследования были выбраны образцы обивочных мебельных тканей (производство Китай) сложной структуры, различной поверхностной плотности, состоящие из натуральных и синтетических волокон.

Для оценки пожарной опасности текстильных материалов и получения данных, характеризующих изменение их пожароопасных свойств в процессе нагрева, были проведены следующие исследования.

Температуру самовоспламенения образцов исследуемых тканей измеряли на установке ОТП в соответствии с методикой [1] на базе СЭУ ФПС ИПЛ по Ивановской области. Сущность метода состоит в определении температуры, при которой происходит воспламенение образца при контакте продуктов термического разложения с источником зажигания [2, 3]. Полученные результаты представлены в табл. 1.

По результатам проведенных испытаний выявлено, что пожароопасные свойства рассматриваемых тканей зависят от химического состава волокна (процентное соотношение хлопка, акрила, нейлона и полимера в составе ткани) и от поверхностной плотности материалов. Несмотря на высокие значения температур самовоспламенения, горение всех образцов сопровождалось выделением большого количества плотного черного дыма и резкого запаха.

Таблица 1. **Значения температур самовоспламенения и времени воспламенения образцов обивочных мебельных тканей**

Номер образца	Наименование образца	Результаты эксперимента
1	Ткань «Vikont», состав: 100 % полиэстер; поверхностная плотность — 500 г/м^2	$t_{св}$ = 575°C, τ = 75 с
2	Ткань «Versal», состав: 100 % полиэстер; поверхностная плотность — 430 г/м^2	$t_{св}$ = 550°C, τ = 65 с
3	Ткань «Siena», состав: 100 % полиэстер; поверхностная плотность — 320 г/м^2	$t_{св}$ = 540°C, τ = 46 с
4	Ткань «Энигма», состав: 100 % полиэстер; поверхностная плотность — 310 г/м^2	$t_{св}$ = 525°C, τ = 40 с
5	Ткань «Форест», состав: нейлон — 17 %, полиэстер — 65 %, акрил — 18 %; поверхностная плотность — 340 г/м^2	$t_{св}$ = 535°C, τ = 47 с
6	Ткань «Флок-софт», состав: полиэстер — 65 %; хлопок — 35 %; поверхностная плотность — 300 г/м^2	$t_{св}$ = 530°C, τ = 50 с

Нами дополнительно были проведены термические испытания выбранных образцов тканей. Эти данные позволяют более полно оценить пожарную опасность текстильных материалов.

Термогравиметрический метод исследования основан на регистрации изменения массы образца в зависимости от его температуры в условиях программированного изменения температуры среды. Испытания образцов тканей проводили с помощью термического анализатора SETSYS Evolution

(Setaram Instrumentation, France), дающие представление о характере поведения исследуемых тканей при нагревании, в зависимости от их состава и поверхностной плотности. Как видно из табл. 2, экспериментальные данные полученные с помощью термогравиметрического метода исследования согласуются с данными испытаний на воспламеняемость.

Таблица 2. **Показатели пожарной опасности и термогравиметрические параметры исследуемых образцов обивочных тканей [4]**

Наименование	Температура, ℃		
	Начала термического разложения по кривой TG	Самовоспламенения	Потери 50 % массы
Ткань «Siena»	410	575	435
Ткань «Versal»	402	550	417, 435
Ткань «Vikont»	400	540	418, 436
Ткань «Энигма»	412	525	438
Ткань «Флок-софт»	413	535	438
Ткань «Форест»	408	530	430, 438

Наличие пиков разложения для исследуемых тканей в диапазоне от 417 °С до 438 °С, свидетельствует о протекании термоокислительной деструкции с образованием газообразных продуктов. В условиях пожара в данном температурном интервале можно предполагать возникновение пламенного горения исследуемых материалов [4, 5].

Полученные результаты по температурным показателям пожарной опасности исследованных образцов обивочных мебельных тканей являются важными оценочными характеристиками, позволяющие сделать выводы об их способности к воспламенению при воздействии различных источников тепла, так как определение причин возникновения горения является важным аспектом в деятельности следственных органов и судебно-экспертных учреждений при расследовании пожаров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методика определения условий теплового самовозгорания веществ и материалов / Ю.Р. Шебеко [и др.]. М.: ВНИИПО, 2004. 67 с.

2. Кулаков А.С. Определение температурных показателей пожарной опасности текстильных материалов в целях пожарно-технической экспертизы / А.С. Кулаков, О.Е. Сторонкина, Т.А. Мочалова // Актуальные вопросы естествознания: Материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Иваново, 24 марта 2020 года / Составители О.В. Хонгорова, М.Г. Есина. – Иваново: ФГБОУ ВО ИПСА ГПС МЧС России, 2020. – С. 49-53. – EDN TFALFO.

3. Сторонкина, О. Е. Оценка пожароопасных показателей интерьерных тканей / О. Е. Сторонкина, Т. А. Мочалова // Современные проблемы гражданской защиты. – 2021. – № 2(39). – С. 96-101. – EDN CZERFR.

4. Применение термического анализа при исследовании и экспертизе пожаров: Методическое пособие / Е.Д. Андреева [и др.]. М.: ВНИИПО, 2012. 60 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.

УДК 614.84

О. В. Стрельцов, А. А. Кондашов, Е. В. Бобринев, Е. Ю. Удавцова, О. С. Маторина
ФГБУ «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны»

АНАЛИЗ ОПАСНОСТИ ПОЖАРОВ, СВЯЗАННЫХ С ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ, НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

Проведен анализ основных причин пожаров на производственных объектах, охраняемых объектовыми подразделениями пожарной охраны с учетом их отраслевой принадлежности. Чаще всего пожары происходят по причинам, связанными с технологическими процессами на производстве.

Ключевые слова: производственные объекты, технологические процессы, причины пожаров, порошки, пена, газы

O. V. Streltsov, A. A. Kondashov, E. V. Bobrinev, E. Yu. Udavtsova, O. S. Matorina

ANALYSIS OF THE FIRE HAZARD ASSOCIATED WITH TECHNOLOGICAL PROCESSES AT PRODUCTION FACILITIES

The analysis of the main causes of fires at industrial facilities protected by fire protection units, taking into account their industry affiliation, is carried out. Most often, fires occur for reasons related to manufacturing processes.

Key words: production facilities, technological processes, causes of fires, powders, foam, gases

Исследователями [1–3] изучены факторы, характеризующие пожарную опасность технологических процессов, такие как наличие источников зажигания и горючей среды и ряд других факторов.

В настоящей работе проанализированы сведения о 726 производственных объектах, которые охраняются объектовыми подразделениями пожарной охраны. Данные производственные объекты располагаются в 72 субъектах

© Стрельцов О. В., Кондашов А. А., Бобринев Е. В., Удавцова Е. Ю., Маторина О. С., 2024

Российской Федерации. Изучены распределения производственных объектов, где есть технологические процессы, в которых присутствует обращение взрывопожароопасных веществ и материалов, для тушения которых используются различные огнетушащие вещества.

На рис. 1 представлено распределение производственных объектов, охраняемых объектовыми подразделениями пожарной охраны, по отраслевой принадлежности.

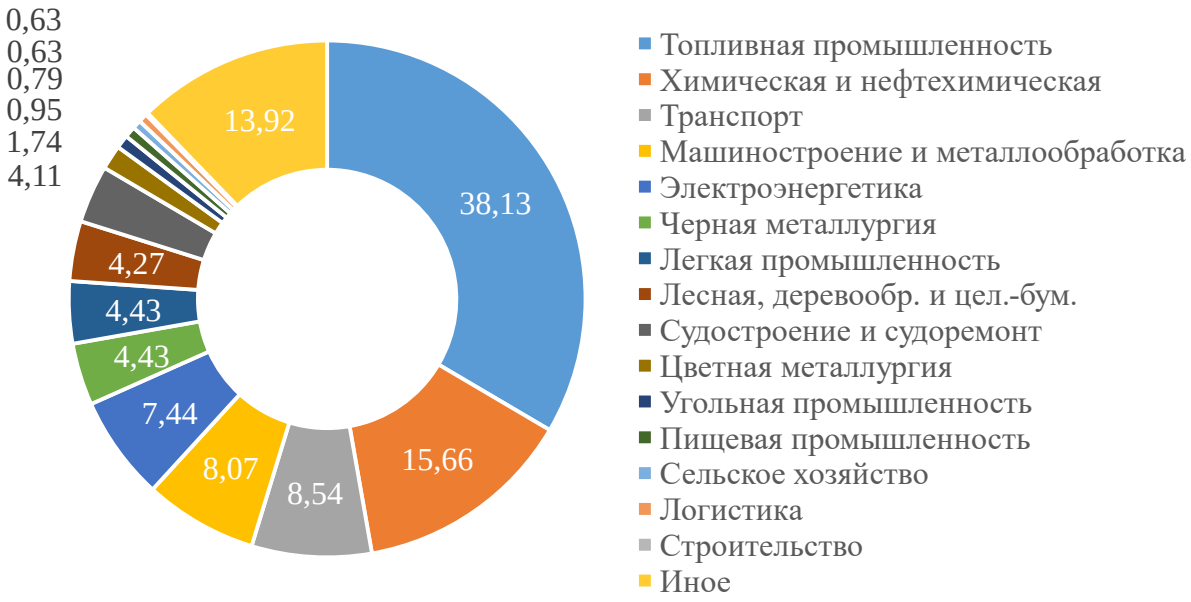


Рис. 1. Распределение производственных объектов по отраслевой принадлежности

Больше всего производственных объектов относятся к топливной промышленности (38,1 %), к химической и нефтехимической промышленности (15,7 %), к транспорту (8,5 %), к машиностроению и металлообработке (8,1 %), к электроэнергетике (7,4 %). Больше 4 % приходится на производственные объекты черной металлургии, легкой промышленности, лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, судостроения и судоремонта. Объекты цветной металлургии занимают долю 1,7 %. На производственные объекты остальных отраслей приходится в общей сложности 17,1 %.

Дальнейший анализ проводился с помощью анкетирования с учетом отраслевой принадлежности производственных объектов (табл. 1).

На рис. 2 показано распределение по отраслям производственных объектов, и основным причинам пожаров. Номер отрасли производства соответствует номеру, указанному в табл. 1.

Таблица 1. **Отрасли производства производственных объектов, охраняемых объектовыми подразделениями пожарной охраны**

№ п/п	Отрасль производства	Количество анкет, шт.	Доля, %
1	Легкая промышленность	28	4,4
2	Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная	27	4,3
3	Машиностроение и металлообработка	51	8,1
4	Судостроение и судоремонт	26	4,1
5	Топливная промышленность	241	38,1
6	Транспорт	54	8,5
7	Химическая и нефтехимическая	6	0,9
8	Цветная металлургия	99	15,7
9	Черная металлургия	11	1,7
10	Электроэнергетика	28	4,4
11	Иные отрасли	102	17,1

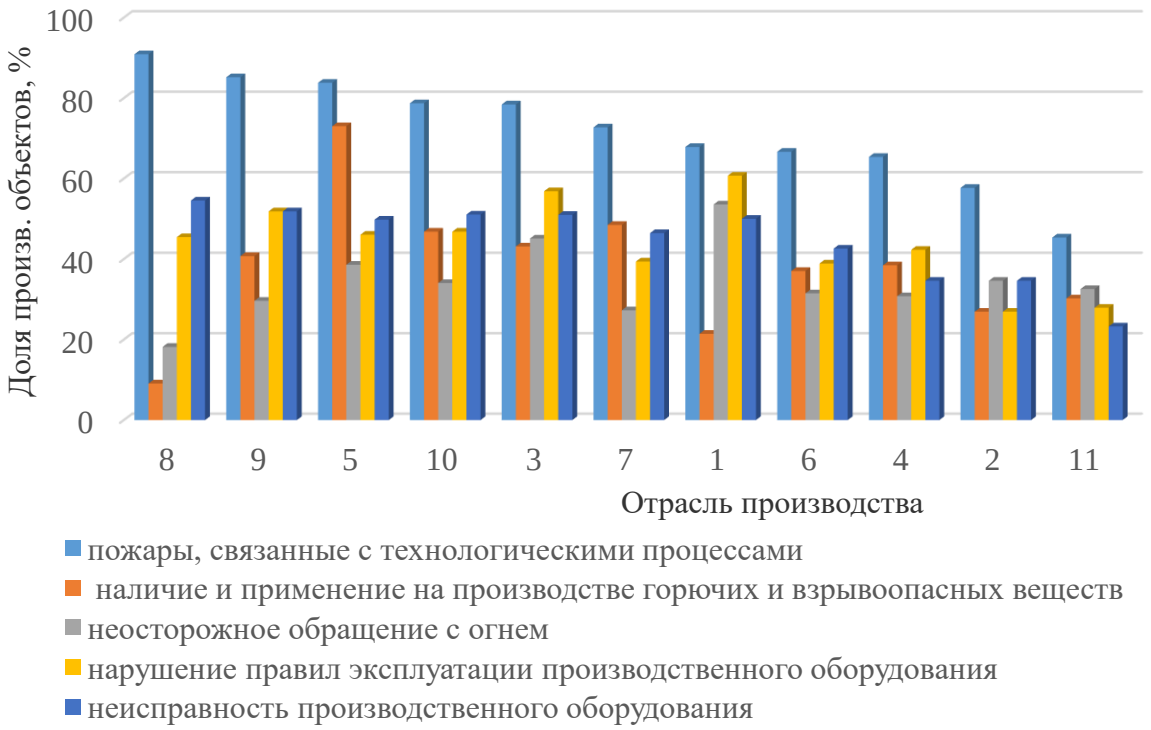


Рис. 2. Распределение производственных объектов по отраслям производства и основным причинам пожаров

Чаще всего пожары происходят по причинам, связанными с технологическими процессами на производстве.

Наибольшую опасность пожары, связанные с технологическими процессами, представляют для предприятий цветной металлургии (для 90,9 % производственных объектов), черной металлургии (85,2 %), топливной промышленности (83,8 %).

В частности, технологические процессы, связанные с наличием и применением на производстве горючих и взрывоопасных веществ, представляют пожарную опасность для 73 % предприятий топливной промышленности, 48,5 % — химической и нефтехимической промышленности, 46,8 % — электроэнергетики.

На рис. 3–5 приведены распределения производственных объектов, где есть технологические процессы, в которых присутствует обращение взрывопожароопасных веществ и материалов, для тушения которых используются различные огнетушащие вещества.

Доля производственных объектов, где есть технологические процессы, в которых присутствует обращение взрывопожароопасных веществ и материалов, для тушения которых используются порошки, (рис. 3) больше всего в черной металлургии (70,4 %), в цветной металлургии (63,6 %), в судостроении и судоремонте (57,7 %).

Доля производственных объектов, где есть технологические процессы, в которых присутствует обращение взрывопожароопасных веществ и материалов, для тушения которых используются газы, (рис. 4) больше всего в черной металлургии (55,6 %), в топливной промышленности (46,9 %), в судостроении и судоремонте (57,7 %).

Доля производственных объектов, где есть технологические процессы, в которых присутствует обращение взрывопожароопасных веществ и материалов, для тушения которых используется пена, (рис. 5) больше всего в топливной промышленности (90,9 %), в химической и нефтехимической промышленности (86,9 %), в черной металлургии (77,8 %), в электроэнергетике (76,6 %).

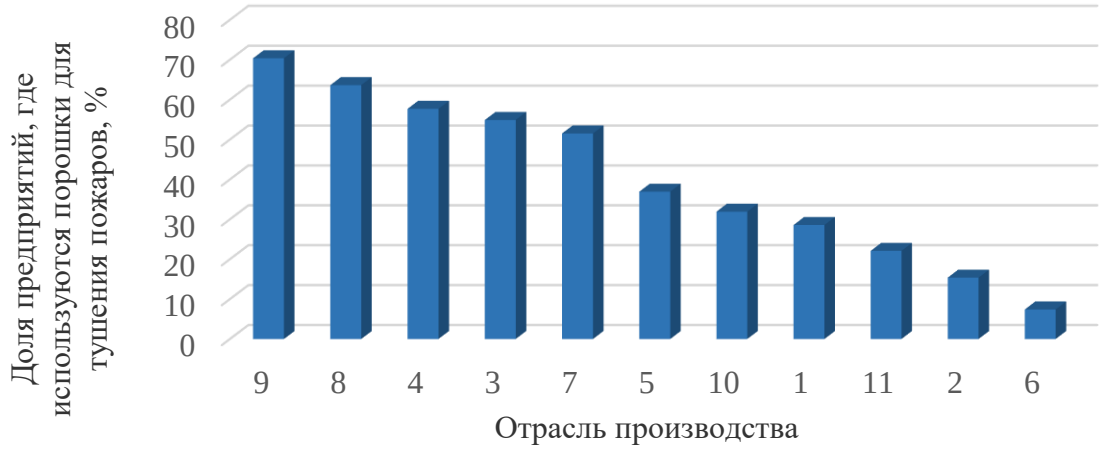


Рис. 3. Доля производственных объектов, где есть технологические процессы, в которых присутствует обращение взрывопожароопасных веществ и материалов, для тушения которых используются порошки

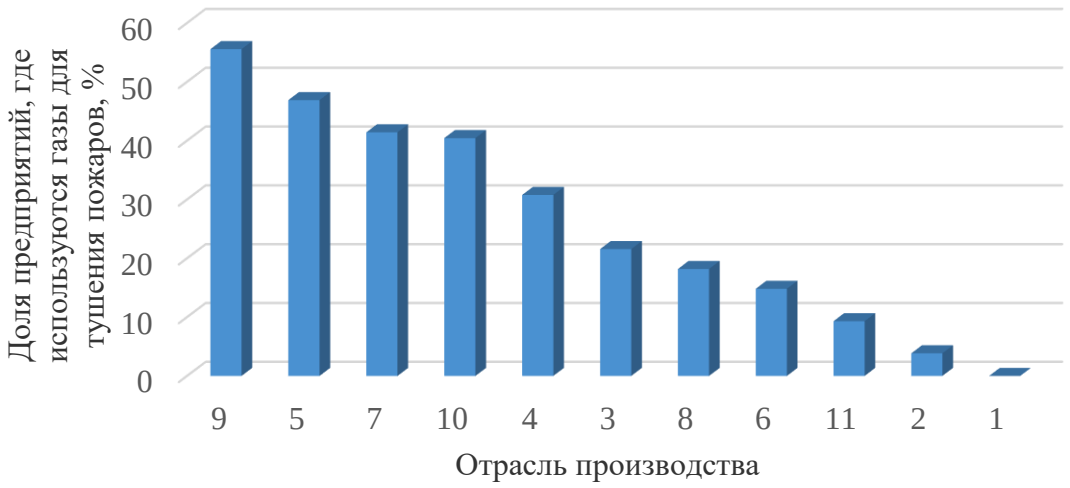


Рис. 4. Доля производственных объектов, где есть технологические процессы, в которых присутствует обращение взрывопожароопасных веществ и материалов, для тушения которых используются газы

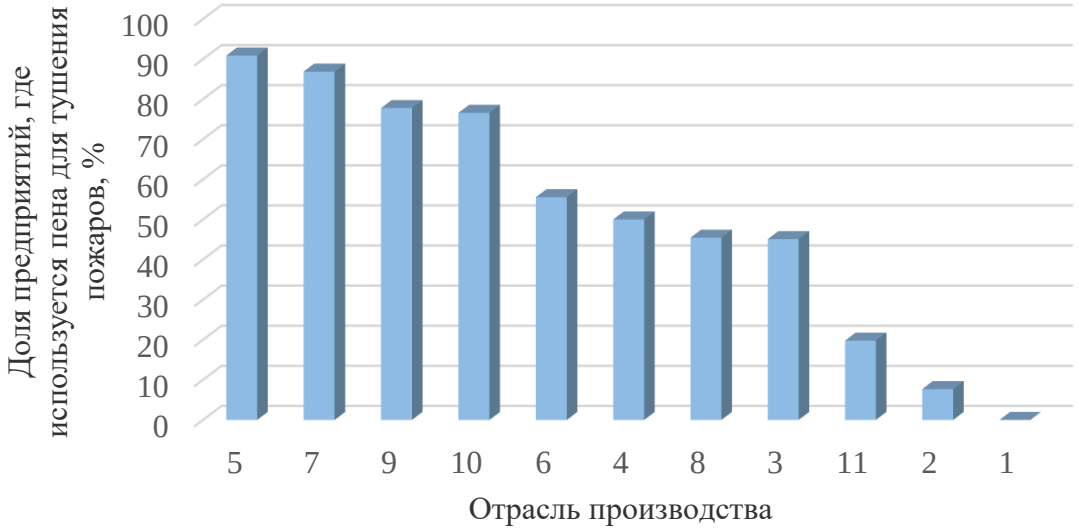


Рис. 5. Доля производственных объектов, где есть технологические процессы, в которых присутствует обращение взрывопожароопасных веществ и материалов, для тушения которых используется пена

Анализ изученных сведений позволит объективно оценить тактико-технические параметры производственных объектов организаций и выработать научно-обоснованные подходы к определению количества и мест дислокации объектовых подразделений пожарной охраны, а также обосновать требуемую численность личного состава, тип и минимально необходимое количество основных и специальных автомобилей, привлекаемых к тушению пожаров на производственных объектах организаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гафаров, Э. К. Роль автоматизации в организации безопасности технологических процессов / Э. К. Гафаров // Наука, техника и образование. – 2018. – № 7(48). – С. 20-22.

2. Горшков, А. Г. Анализ опасности распространения пожара в производстве и меры по обеспечению противопожарной защиты технологического оборудования / А. Г. Горшков, А. А. Карпенко // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2018. – Т. 1, № 9. – С. 169-171.

3. Комиссаров, Э. Н. Обеспечение снижения последствий пожаров на технологические процессы / Э. Н. Комиссаров, Д. В. Каргашилов, Е. В. Романюк, С. О. Потапова // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2016. – № 1-1(7). – С. 233-234.

УДК 614.841.34:316.4

Г. В. Талалаева, Д. А. Втюрин
Уральский институт ГПС МЧС России

БЕЗОПАСНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ НОВОГО ВИДА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОЛОНТЕРСТВА — СИТИ-ФЕРМЕРСТВА

Проанализированы производственно-технические меры предотвращения пожаров в сити-фермах. Продемонстрировано наличие проблемных вопросов в системе технического регулирования сити-фермерства как нового вида экологического волонтерства и самоорганизации активных групп населения, реализуемых в приспособленных помещениях при стихийном выборе облицовочных материалов и расходных компонентов агротехнологий. Обозначена целесообразность сертификации и стандартизации данного вида деятельности.

Ключевые слова: пожарная безопасность, экологическая безопасность, композиционные материалы**,** сити-фермы, самоорганизация населения.

G. V. Talalaeva, D. A. Vtyurin

MATERIAL SAFETY FOR A NEW KIND OF ENVIRONMENTAL VOLUNTEERING — CITY FARMING

The production and technical measures for preventing fires in city farms are analyzed. The presence of problematic issues in the system of technical regulation of city farming as a new type of environmental volunteering and self-organization of active groups of the population, implemented in adapted premises with a spontaneous choice of facing

© Талалаева Г. В., Втюрин Д. А., 2024

materials and consumable components of agricultural technologies is demonstrated. The expediency of certification and standardization of this type of activity is indicated.

Key words: fire safety, environmental safety, composite materials, city farms, self-organization of the population

Глобальное изменение климата и изменение структуры урожая сельскохозяйственных культур в условиях региональной нестабильности метеоусловий стимулировало новый вид активности жителей городов, а именно занятие сити-фермерством в непредназначенных исходно для этого вида деятельности помещениях. Стихийный характер самоорганизации данного процесса не регламентируется законодательством, поэтому вопросы безопасности данного феномена нуждаются в детальной проработке.

Цель настоящей работы: охарактеризовать сити-фермерство как скрытую угрозу пожарной безопасности территории, требующую проведения соответствующей сертификации и стандартизации.

Задачи исследования: 1) по данным базы РИНЦ оценить актуальность сити-фермерства для целей пожарной безопасности и формализовать темпы распространения сити-фермерства на территории Российской Федерации; 2) систематизировать сведения о пожарной опасности композитных материалов, наиболее часто применяемых для устройства теплиц и парников в городских помещениях; 3) проанализировать учебно-методическую литературу Интернета, посвященную подготовке кадров для на сити-ферм, на предмет представленности в ней вопросов пожарной безопасности; 4) сформулировать рекомендации по совершенствованию процесса подготовки сити-фермеров в области пожарной безопасности; 5) интегрировать полученные материалы в деятельность кафедры химии и процессов горения Уральского института ГПС МЧС России.

Результаты исследования.

Установлено, что сити-фермерство представляет собой сложную технологический процесс, в реализации которого интегрированы знания химии, физики, достижения цифровых технологий и современного материаловедения. По существу сити-фермерство является одной из разновидностей экологической инженерии, которая заточена на создание искусственного микроклимата с заданными параметрами в приспособленном помещении по программе, созданной волонтером на основе его собственного целеполагания. Совокупность взаимодействия всех компонентов сити-фермерства при их функционировании в штатном и аварийном режимах мало изучено, но вызывает живой интерес экспертов в области безопасности. Об этом свидетельствуют результаты анализа публикаций, включенных в базу данных РИНЦ (таблица).

Таблица. **Динамика количества публикаций по теме сити-фермерства в РИНЦ (2015–2023 гг.)**

Временной интервал (годы)	Количество публикаций, включенных в РИНЦ
2015–2017	1
2018-2020	30
2021-2023	129

Из данных таблицы следует, что динамика количества публикаций с высокой степенью достоверности аппроксимации ($y = 0{,}1217e^{2{,}4299x}$; $R^2 = 0{,}9494$) характеризуется экспоненциальной зависимостью числа публикаций от времени публикации; при этом каждые три года количество публикаций по анализируемой теме возрастает многократно. Временные интервалы продолжительностью в три года выбраны не случайно, а в связи с тем, что цикличность урожайности в открытом грунте по данным исследователей демонстрирует периодичность, в структуре которой обнаруживаются гармоники с периодами 3–5 лет [1, 2]. С такой же цикличностью реализуется нарастание интенсивности феномена температурных качелей в территориях, активизируется интерес аграриев к сити-фермерству. Как видно из таблицы, каждый три года темпы роста заинтересованности авторов в публикациях на тему сити-фермерства увеличиваются, что указывает на масштабирование данного явления в пределах страны. Высокие темпы нарастания данного явления превышают темпы, характерные для модернизации системы образования и введения новых направлений подготовки кадров по пожарной безопасности, заточенных работу в условиях температурных качелей, нестабильности климата и стихийного развития сити-фермерства. Не исключено, что в первую очередь дефицит инновационных кадров может негативно сказаться на пожарной безопасности тех городов, которые сегодня являются лидерами в данной сфере экологического волонтерства (Москве, Санкт-Петербурге, Новосибирске).

Отделочные материалы, применяемые в сити-фермерстве для оформления теплиц и парников, достаточно разнообразны. Но абсолютное большинство из них, как по объему, так и ассортименту, относится к полимерным композиционным материалам, которые в свою очередь обладают высокой пожарной опасностью. Важным является то обстоятельство, что пожарно-технические характеристики данных материалов во многом обусловлены свойствами полимерного связующего и могут быть неодинаковыми в зависимости от выбора, который делает сити-фермер в зависимости от своих потребностей, ресурсов и целеполагания. Правовая база этого выбора не нормирована.

К существенным функциональным характеристикам композитов для сити-фермерства можно отнести их прозрачность, светопроницаемость, гидрофильность, антистатические и светопреобразующие свойства (способность отражать/поглощать ультрафиолет и инфракрасное излучение,

обладать эффектом люминофоров и т.д.). Для композитов, используемых в агротехнологиях, большое значение имеют ряд дополнительных качеств, которые обеспечиваются введением в полимер дополнительных присадок. Однако, в данных литературы мы не нашли публикаций, посвященных изучению пожарной безопасности композитов с разными видами присадок в зависимости от длительности их использования в искусственных агросистемах с разными параметрами микроклимата. По- видимому, это новый раздел материаловедения, который требует обширных экспериментальных исследований и последующей систематизации получаемых результатов.

Аналитический обзор пожарной опасности композитных материалов, применяемых в строительстве, выполненный сотрудниками Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого совместно с представителями ООО «Композитные технологии и оснастка» [3], свидетельствует о том, что информация, заключенная в патентах и рекламных проспектах строительных композитов не содержит необходимых сведений об их повышенной пожароопасности. Более того, по мнению авторов, использование композитов в городском строительстве ограничивается недостаточностью нормативно-технической литературы, посвященной проектированию сложных конструкций на основе строительных композиционных материалов.

Нами проанализирована представленность в системе интернет учебно-методической литературы по вопросам подготовки специалистов в области сити-фермерства. Выполненный поиск обнаружил, что такой литературы достаточное количество, но она страдает отсутствием информации об обеспечении пожарной безопасности в сити-фермах. Выложенные в Интернет учебно-методические разработки охватывают разные уровни образования: школьного (начальное, 1–4 классы; основное общее, 5–9 классы; среднее общее 10–11 классы), профессиональное (среднее, высшее, профессиональную переподготовку), дополнительного. Однако, ни в одном из них нет сведений о потенциальной пожарной опасности сити-фермерства как особом виде деятельности человека, связанной с созданием искусственных пространств, заполненных новыми пожароопасными материалами. В программах обучения представлены различные знания и навыки, необходимые по компетенции «Сити-фермерство», но они не касаются вопросов материаловедения как раздела пожарной безопасности [4].

Стратегически значимым, на наш взгляд, является «Дорожная карта научно-технологического развития урбанизированного растениеводства России в период до 2030 года», разработанная специалистами Новосибирского государственного аграрного университета совместно с коллегами из Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук [5]. В материалах дорожной карты отмечается, что урбанизированное растениеводство уже сегодня составляет серьезную конкуренцию агротехнологиям открытого грунта. Авторы отмечают, что

перспективы развития сити-фермерства в России будут связаны с выделением под сити-фермерство разнообразных территорий промышленных городов: заброшенных заводов, цехов и других производственных помещений; крыш и подвалов жилых домов; передачей в аренду (включая бессрочную) жителям или инвесторам нескольких смежных этажей многоэтажных домов для создания там многоуровневых вертикальных теплиц. Авторы дорожной карты подчеркивают, что организация реноваций в исторически сложившихся городских застройках должна осуществляться на основе правовой базы, в составе которой перечислены «вступление в силу закона об органическом земледелии и признание гидропоники и аэропоники органическим производством; законодательное регулирование выбросов CO2 в атмосферу; консервация сельскохозяйственных угодий для восстановления их плодородия» [5, с.7], но отсутствует стандартизация и сертификация сити-ферм с точки зрения их пожарной безопасности. Цитируемая «Дорожная карта» предусматривает, что развитие сити-ферм до 2030 года будет сопровождаться созданием новых химически и биологически активных материалов, включая искусственные субстраты, питательные растворы, медленные удобрения, биопестициды. Нам представляется важным принять во внимание то факт, что при своей жизнедеятельности растения выделяют в окружающее пространство разнообразные химические вещества, наличие и количество которых в пространстве сити-фермы изначально может быть не запланировано. К такого рода ингредиентам относятся фитогормоны, в частности, этилен, синтез которого увеличивается при повреждении растений. Возможности возникновения аварий на оборудовании производства окиси этилена на промышленных предприятий описаны [6], но риски повышения концентрации этилена в относительно замкнутых помещениях сити-ферм, в том числе подвальных, не изучены. Специфика тушения пожаров в высотных зданиях представлена в литературе [7]; однако, планы тушения пожаров в зданиях, где произведена перепланировка под сити-фермы, расположенные на разных уровнях (крыше, подвалах, подсобных помещениях) не разработаны. Создание сценариев тушения пожаров в сити-фермах и регламентация действий пожарных при выполнении аварийно-спасательных работ на таких объектах представляется целесообразным и своевременным. В данном случае сценарный подход обеспечения пожарной безопасности сити-ферм является необходимой частью комплексной безопасности сити-ферм в дополнение к ее материаловедческому компоненту. Дорожная карта развития сити-фермерства до 2030 года содержит объемный перечень коммерческих фирм и государственных аграрных вузов, планируемых к участию в этом инновационном проекте. Представляется целесообразным включить в число партнеров ведомственные вузы МЧС России.

Заключая, отметим, что в настоящее время сложились все условия для творческого объединения ведомственной и академической науки в области исследований, посвященных вопросам комплексной и пожарной безопасности сити-ферм как инновационного проекта противодействия феномену быстром изменении климата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рогачев, А. Ф. Построение нейросетевых моделей прогнозирования временных рядов урожайности на основе автокорреляционных функций / А. Ф. Рогачев, М. Г. Шубнов // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. – С. 450.

2. Получение временных рядов LAI сельскохозяйственных культур для прогнозирования урожайности / Е. В. Федотова, Ю. А. Маглинец, Р. В. Брежнев, А. Г. Бырвинекий // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2020. – Т. 17, № 4. – С. 195-203. – DOI 10.21046/2070-7401-2020-17-4-195-203.

3. Для цитирования: Гравит М.В., Лазарев Ю.Г., Васюткин Е.С., Мальчева А.В., Семенов М.А. Пожарная опасность композитных материалов // Строительные материалы. 2021. № 9. С. 54–63. DOI: https://doi.org/10.31659/0585-430X-2021-795-9-54-63.

4. Рабочая тетрадь по дополнительной профессиональной программе повышения квалификации преподавателей (мастеров производственного обучения) «Практика и методика реализации образовательных программ среднего профессионального образования с учетом спецификации стандартов Ворлдскиллс. Компетенция «Сити-фермерство». URL: https://www.center-rpo.ru/images/files/Сити-Фермерство.pdf (дата обращения 01.10.2024).

4. Дорожная карта научно-технологического развития урбанизированного растениеводства России в период до 2030 года / Е.В. Рудой, М.С. Петухова, С.Ю. Капустянчик [и др.]; Новосиб. гос. аграр. ун-т, Сиб. федер. Центр агробиотехнологий РАН. – Новосибирск: Агро-Сибирь, 2019. – 27 с/

5. Селина, А. В. Исследование возможности возникновения аварий на оборудовании производства окиси этилена и гликолей / А. В. Селина, А. Х. Салихова // 01 января – 31 2023 года, 2024. – С. 83-92.

6. Останин, В. В. Противопожарная защита высотных жилых зданий и комплексов / В. В. Останин, Д. С. Репин, В. Б. Бубнов // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов : Сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 11 апреля 2024 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС РФ, 2024. – С. 271-275.

УДК 614.84

Н. А. Таратанов, Е. В. Карасев
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

БАЗА ДАННЫХ ПО ТЕРМИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ЦЕЛЯХ СУДЕБНОЙ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

В данной статье рассмотрены цели создания и область применения, а также структурные разделы базы данных по термическому разложению органических полимерных материалов. База данных разработана в первую очередь для сокращения времени поиска и анализа необходимой информации по термической деструкции органических полимерных материалов при проведении судебной пожарно-технической экспертизы должностными лицами экспертных учреждений.

Ключевые слова: База данных, пожарно-техническая экспертиза, полимер.

N. A. Taratanov E. V. Karasev

DATABASE ON THERMAL ANALYSIS OF POLYMER MATERIALS FOR THE PURPOSE OF FORENSIC FIRE AND TECHNICAL EXPERTISE

This article discusses the goals of creation and scope of application, as well as the structural sections of the database on thermal decomposition of organic polymer materials. The database was developed primarily to reduce the time needed to search and analyze the necessary information on the thermal degradation of organic polymer materials during forensic fire and technical expertise by officials of expert institutions.

Key words: Database, fire technical expertise, polymer.

При проведении пожарно-технических экспертиз сотрудники ИПЛ обращаются к множеству справочных данных и прикладных книг для получения необходимой информации, в частности по разложению органических полимерных материалов. Обобщение и преобразование информации, по деструкции полимерных материалов в базу данных, поможет сотрудникам сократить время поиска необходимой информации, что в свою очередь сократит время проведения судебной пожарно-технической экспертизы, а также упростит её проведение

Поэтому актуальность данной работы заключается в том, что в экспертных учреждениях (подразделениях) федеральной противопожарной службы, работа организована так, что, рано или поздно, опытных экспертов меняют молодые. На начальном этапе своей службы, молодые эксперты не имеют опыта работы и, соответственно, не имеют практических навыков в

© Таратанов Н. А., Карасев Е. В., 2024

экспертизе пожаров, которые позволяли бы качественно выполнять экспертные исследования с первого дня службы в СЭУ ФПС. Поэтому необходимо организовать обмен опытом между сотрудниками экспертных подразделений.

Целью данной работы является разработка базы данных по термическому анализу полимерных материалов в целях судебной пожарно-технической экспертизы.

Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести аналитический обзор по методикам пробоподготовки и исследования по термическому разложению полимерных материалов;

2. Провести эксперименты по термической деструкции полимерных материалов;

3. Осуществить обработку результатов экспериментальных данных по термической деструкции полимерных материалов.

4. Провести информационное наполнение базы данных по термическому анализу полимерных материалов.

5. Разработать предложения по изучению поведения полимерных материалов.

На сегодняшний день в Исследовательском центре экспертизы пожаров реализованы и внедрены в экспертную деятельность следующие Базы данных:

1) база данных по пожарам на автомобильном транспорте.

2) база данных по объектам металлографии.

3) база данных хроматографических и спектральных исследований.

В Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России в 2021 также была создана «База данных компьютерных моделей пожара», цель которой является экспертная поддержка должностных лиц СЭУ ФПС, осуществляющих реконструкцию процесса возникновения и развития пожара с использованием компьютерного моделирования в процессе производства пожарно-технической экспертиз.

Таким образом перекрываются четыре экспертных специализации:

1. *Реконструкция процесса возникновения и развития пожара*;

2. *Металлографические и морфологические исследования металлических объектов СПТЭ;*

4. *Молекулярная и атомная спектроскопия при исследовании объектов СПТЭ;*

6. *Обнаружение и классификация инициаторов горения при исследовании объектов СПТЭ;*

В ходе реализации выпускной квалификационной работы была подготовлена и пополнена **база данных по термическому анализу полимерных материалов, тем самым перекрыв пятую специализацию «Термический анализ при исследовании объектов СПТЭ».**

База данных состоит из нескольких полей, в которых содержится исчерпывающая информация о полимерных материалах и их свойства.

В данной базе данных отображена информация о физико-химических свойствах полимерных материалов, их характеристики при воздействии температуры и свойства при термической деструкции. Также представлены термограммы зависимости массы от температуры, полученные входе исследования. Загруженный файл с термогравометрической кривой, которая демонстрирует поведение полимера при воздействии на него высоких температур. На данный момент аналогов таких баз данных не выявлено.

Эффективность разработанной базы данных подтверждается на примере конкретного происшествия. Пожар произошел в одном из складских помещений, где были установлены светодиодные светильники.

Так на исследование был предоставлен светодиодный светильник. Для определения способности полимерного материала светодиодного светильника, переходить в пластическое состояние и гореть применялся метод термического анализа. В качестве объектов исследования были выбраны полимерные части светодиодного светильника: рассеиватель (образец 1) и боковая рамка (образец 2).

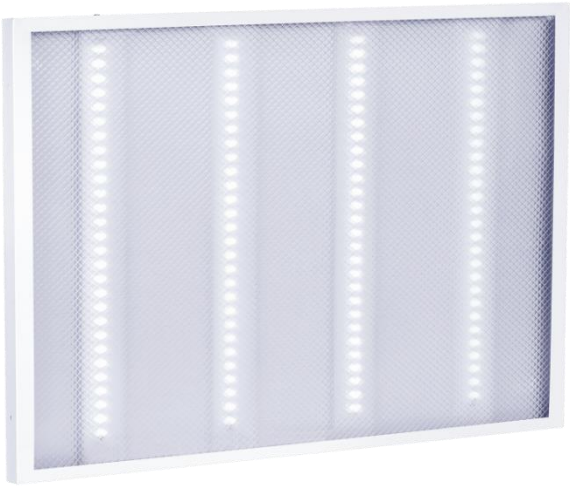


Рис. 1. Внешний вид объекта исследования (светодиодный светильник ДВО 6560-Р)

Кривые ДСК, ТГ и ДТГ представленных на исследования образцов № 1 и № 2 приведены на рис. 2, 3.

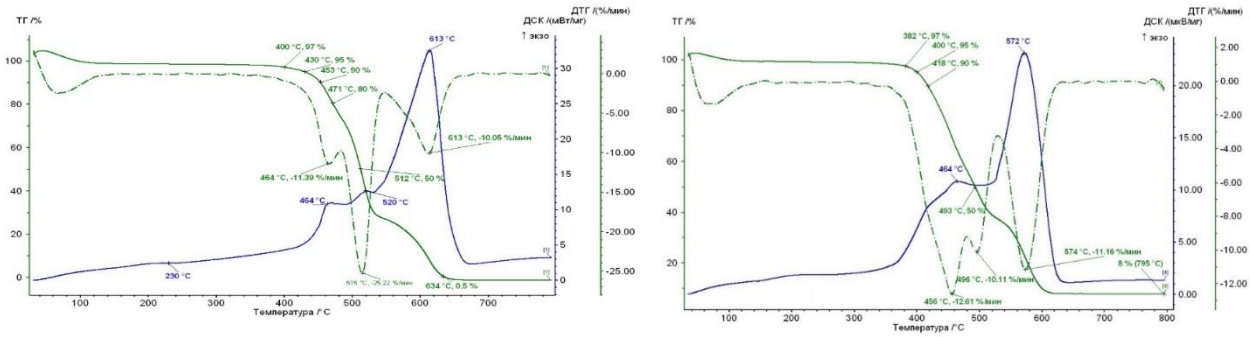


Рис. 2. Кривые ТГ, ДТГ и ДСК
(представленного на исследование образца № 1 и № 2)

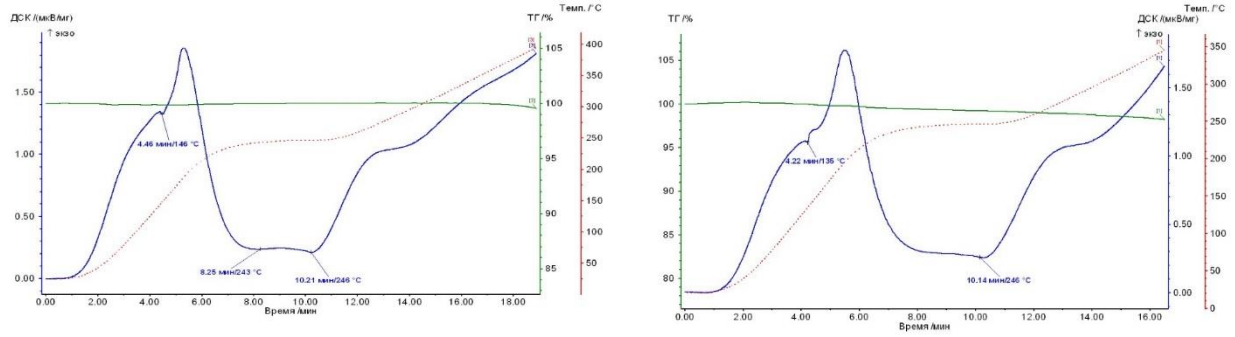


Рис. 3. Кривые ТГ и ДСК (температура плавления)
(представленного на исследование образца № 1 и № 2)

Результаты проведенных исследований методом термического анализа дают нам понять, что образцы № 1 и № 2 (рассеиватель и боковая рамка):

1. Имеют на термоаналитических кривых характерные признаки процессов стеклования и плавления, позволяющие квалифицировать их как термопластичные полимеры (термопласты), способные переходить при нагревании в пластичное состояние (течь);

2. Наличие экзотермических эффектов при нагревании проб в токе воздуха свидетельствует об их способности взаимодействовать с кислородом с выделением тепла, т.е. гореть.

По результатам проведенных исследований были сформулированы предложения по изучению поведения полимерных материалов:

1) Использовать термический анализ для решения некоторых частных задач, возникающих при проведении пожарно-технических экспертиз, а также в ходе прикладных исследований в области пожарной безопасности. Например, использование метода совмещенного термического анализа (СТА) — для определения влияния окислителей на самовозгорание некоторых материалов, а также для выявления присутствия окислителей в смесях и композициях материалов. С целью показать, что значение температуры при первом минимальном экзотермическом эффекте наиболее близко к температуре самонагревания материала, определенной другими методами.

2) По результатам комплексного термического анализа предлагаем оценивать эффективность средств снижения горючести полимерных композиций на стадии технологической разработки рецептур.

3) На основании результатов термогравиметрического анализа возможно построение математической модели, которая бы описывала потери массы вещества в результате интенсивного теплового воздействия. Стабильность параметров математической модели для ряда веществ будет указывать на возможность ее применения для прогнозирования поведения взрывчатых веществ и составов в условиях нагрева, приводящих к их термодеструкции.

4) Результаты термического анализа использовать для оценки потенциальной опасности экзотермически разлагающихся химических веществ. С помощью кривых, отражающих зависимость времени достижения максимальной скорости экзотермической реакции от начальной температуры, оценивать опасность при транспортировке и хранении таких веществ.

Использовать методы термического анализа для исследования способности материала к самовозгоранию при повышении температуры до значений.

Подводя итог вышесказанному, можно сделать вывод, что использование баз данных позволяет осуществить обмен опытом проведения различных исследований, что повышает эффективность расследования в целом и как следствие позволяет выдвигать обоснованные версии о причине пожара.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2023622553 Российская Федерация. Термогравиметрия полимеров в пожарно-технической экспертизе: № 2023622287: заявл. 17.07.2023: опубл. 26.07.2023 / С.С. Лапшин, Н.А. Таратанов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий». – EDN HBAKZH.

2. Таратанов, Н.А. База данных по термическому разложению полимерных материалов как объектов судебной пожарно-технической экспертизы / Н.А. Таратанов // Пожарная и аварийная безопасность : Сборник материалов XVII Международной научно-практической конференции, посвященной 90- й годовщине образования гражданской обороны, Иваново, 24 ноября 2022 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2022. – С. 217-221. – EDN MDUVJM.

3. Таратанов Н.А., Карасев ЕВ., Таратанова А.В. Основы пожарно-технической экспертизы // Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса «Государственный надзор» за 2022 год: Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса, Иваново, 01 января – 31 декабря 2022 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 136-140. – EDN FEVGMC.

4. Таратанов Н.А., Карасев Е.В., Таратанова А.В. О важности проведения осмотра места происшествия // Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса «Государственный надзор» за 2022 год: Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса, Иваново, 01 января – 31 декабря 2022 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 133-136. – EDN EOQOHU.

УДК 614.84

Н. А. Таратанов, Е. В. Карасев
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

УСТАНОВЛЕНИЕ ОБСТОЯТЕЛЬСТВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ПОЖАРА ПОСРЕДСТВОМ ЧИСЛЕННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

В данной статье осуществлено установление обстоятельств возникновения и развития пожара посредством численного эксперимента. В ходе исследования доказано, что программный комплекс Fenix+ становится идеальной площадкой для выяснения местонахождения очага пожара. Помимо этого, существует возможность не только ставить очаг пожара в различные места и наблюдать за путями распространения, площадью и другими характеристиками, а также проводить этот эксперимент многочисленное количество раз без необходимости использования материальных средств и каких-либо рисков для здоровья человека.

Ключевые слова: экспертиза, экспертный анализ, численный эксперимент.

N. A. Taratanov E. V. Karasev

ESTABLISHING THE CIRCUMSTANCES OF THE OCCURRENCE AND DEVELOPMENT OF A FIRE THROUGH A NUMERICAL EXPERIMENT

In this article, the circumstances of the occurrence and development of a fire are established through a numerical experiment. During the research, it was proved that the Fenix+ software package becomes an ideal platform for finding out the location of the fire source. In addition, it is possible not only to place the fire in various places and observe the distribution paths, area and other characteristics, but also to conduct this experiment numerous times without the need to use material resources and any risks to human health.

Keywords: expertise, expert analysis, numerical experiment.

Проведение реконструкции возникновения и развития пожара с использованием численного эксперимента, позволяет подготовить заключение эксперта по отработке версий возникновения пожара. Так в работе впервые был использован программный комплекс Fenix+, основанный на полевой математической модели пожара, для реконструкции процесса распространения горения.

Основна цель данной работы направлена на оптимизацию действий экспертов СЭУ ФПС ИПЛ при проведении комплексного экспертного исследования, посредством применения математического моделирования, что

© Таратанов Н. А., Карасев Е. В., 2024

позволит сократить время и улучшить качество подготовки экспертного заключения.

Для достижения поставленной цели были сформированы и решены задачи, представленные ниже.

- Осуществить обзор существующих программных комплексов для моделирования процесса возникновения и развития пожара;
- Изучить характеристику объекта, обстоятельств пожара и его последствий;
- Выбрать программный комплекс для моделирования процесса возникновения и развития пожара;
- Воссоздать обстановку на момент возникновения горения;
- Провести численный эксперимент;
- Обработать результаты проведенных экспериментов;
- Осуществить формулировку выводов.

Решение этих задач обуславливает успешное достижение цели по исследованию пожара.

Согласно специальной литературе на сегодняшний день, существуют следующие виды моделей:

- Интегральные;
- Зонные;
- Дифференциальные (полевые).

В данной работе осуществлено применение полевой модели, которая позволяет описывать пространственно-временное распределение температур и скоростей газовой среды в помещении, концентраций компонентов этой среды.

Внешний вид и план-схема объекта исследования представлены на рис. 1.

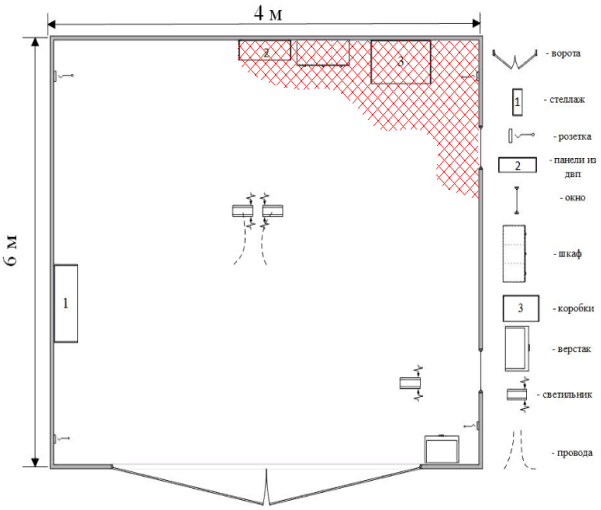


Рис. 1. Внешний вид и план-схема объекта исследования
(с зоной сосредоточения экстремальных термических поражений в гараже)

Согласно исследуемых материалов следует, что наибольшие термические поражения в районе строения гаража. Строение дома поражено огнем со стороны гаража, преимущественно на уровне чердачного помещения, в виде обугливания деревянных конструкций, выгорания краски на металлических листах кровли, их деформации и обрушения. Конструкции кровли в районе гаража имеют значительные термические поражения, которые характеризуются обрушением по всей площади. На схеме места пожара зона с наибольшими термическими поражениями отмечена в границах гаража.

Таким образом предположительно очаг пожара усматривается внизу на уровне пола гаража в правом дальнем углу, относительно въездных ворот

Одним из инструментов реконструкции развития пожара является численный эксперимент, вследствие которого строится математическая модель пожара. Поэтому для более детального установления очага пожара была проведена реконструкция процесса возникновения и развития пожара в программном комплекс Fenix+.

Для этого была построена модель гаража и размещена пожарная нагрузка согласно протоколу осмотра и объяснений собственника имущества. Результаты развития пожара на начальной стадии вы можете наблюдать на рис. 2.

Дальнейшее его развитие в программном комплексе согласуется с обстановкой сложившейся на месте пожара (см. рис. 2).

Таким образом, проведенная полная реконструкция процесса возникновения пожара позволяет сделать вывод, что *зона первоначального возникновения пожара расположена в районе нижней части дальней правой стороны строения гаража.*

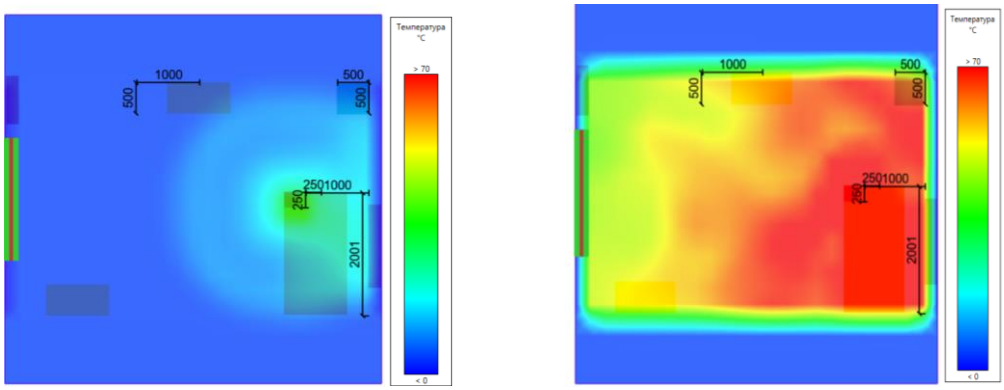


Рис. 2. Результаты развития пожара

Далее необходимо отметить, что до того, как приступать к установлению причины пожара, нужно отметить, что на месте пожара были обнаружены различные объекты.

Для возникновения устойчивого пламенного горения, необходим источник зажигания, температура которого будет превышать температуру воспламенения установленных горючих материалов в очаге пожара.

Поэтому следующим этапом работы явилось установление причины пожара. В работе рассматривались следующие источники зажигания:

1) Искусственное инициирование горения,

2) Воздействие на горючие материалы маломощного источника тепла, в виде тлеющего табачного изделия,

3) Аварийный режим работы электрооборудования,

4) Тепловое воздействие фрикционных искр.

Для анализа первой версии возникновения пожара необходимо учитывать, что должно быть быстрое развитие горения за короткий промежуток времени. Веществ, инициирующих горение и приспособлений для поджога участниками ОМП выявлено, не было. Таким образом, версия возникновения пожара, связанная с искусственным инициированием горения, исключается.

Рассматривая вторую версию возникновения пожара, следует отметить, что тепловой энергии окурка достаточно для возникновения тлеющего горения бумаги, целлюлозной ткани и других пористых материалов, образующих углистый остаток при нагревании.

Сам пожар был обнаружен по пламенному горению, следовательно, длительного периода тлеющего горения очевидцами обнаружено не было.

Таким образом, в совокупности на основании вышеизложенной информации, версию возникновения пожара вследствие воздействия маломощного источника зажигания (тлеющего табачного изделия) считаю маловероятной.

Отрабатывая версию возникновения пожара в результате аварийного режима работы электрооборудования следует, что в зоне очага пожара обнаружены фрагменты электропроводки с признаками аварийного режима. Следовательно, данная версия может иметь вероятностное подтверждение только при условии полного исключения остальных версий возникновения пожара.

При рассматривании четвертой версии необходимо отметить, что при использовании болгарки могли образоваться искры, однако считается маловероятным попадание образовавшихся искр внутрь дальней части гаража при работе перед ним.

В материале также имеется информация о погодных условиях в день пожара, температура от -3˚ до -7˚, влажность до 94 %. В условиях низких температур в день пожара снижается возможность аккумуляции тепла при их попадании на горючий материал гаража. При этом, процесс горения должен был пойти через стадию тления с обильным дымовыделением, а эту версию мы уже исключили.

Таким образом, комплексный анализ всех возможных версий, специфическое место расположения зоны первоначального возникновения пожара говорят о том, что наиболее вероятная причина возникновения пожара связана с тепловыми проявлениями аварийного режима работы электротехнических устройств гаража.

По итогу проведенных исследований следует, что непосредственная причина возникновения пожара связана с возгоранием горючих материалов от тепловых проявлений электрической энергии при аварийном режиме работы электротехнических устройств внутри гаража.

В ходе выполнения работы проведена полная реконструкция процесса возникновения пожара позволяет сделать вывод, что зона первоначального возникновения пожара расположена в районе нижней части дальней правой стороны строения гаража.

А наиболее вероятная причина возникновения пожара связана с возгоранием горючих материалов от тепловых проявлений электрической энергии при аварийном режиме работы электротехнических устройств внутри гаража.

По итогу проведенных исследований следует, что программный комплекс Fenix+ является эффективной при реконструкции процесса возникновения и распространения пожара, так из вышеизложенного, можно сделать вывод, что сформировавшиеся поражения на месте пожара совпали с численным экспериментом. Поэтому программный комплекс Fenix+ становится идеальной площадкой для выяснения местонахождения очага пожара. Помимо этого, существует возможность не только ставить очаг пожара в различные места и наблюдать за путями распространения, площадью и другими характеристиками, а также проводить этот эксперимент многочисленное количество раз без необходимости использования материальных средств и каких-либо рисков для здоровья человека.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калашников Д.В., Таратанов Н.А. Экспертный эксперимент как инструмент в определении механизма возникновения горения // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности: Сборник трудов секции № 9 XXXIII Международной научно-практической конференции, Химки, 01 марта 2023 года. – Химки: Академия гражданской защиты МЧС России имени генерал-лейтенанта Д.И. Михайлика, 2023. – С. 106-110. – EDN WSBABK.

2. Таратанов Н.А., Карасев ЕВ., Таратанова А.В. Основы пожарно-технической экспертизы // Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса «Государственный надзор» за 2022 год: Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса, Иваново, 01 января – 31 декабря 2022 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 136-140. – EDN FEVGMC.

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 EOQOHU.

УДК 614.84

Н. А. Таратанов, Е. В. Карасев
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ТУШЕНИЕ ПОЖАРОВ В РАМКАХ ПРОВЕДЕНИЯ СУДЕБНОЙ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

В статье рассматривается актуальность внедрения новой экспертной специализации по анализу действий участников тушения пожаров (предмет и объекты данной экспертизы), также разъясняются предмет и объекты пожарно-технической экспертизы.

Ключевые слова: пожарно-техническая экспертиза, судебно-экспертные учреждения, причина пожара, эксперт.

Taratanov N.A., Karasev E.V.

EXPERT ASSESSMENT OF ACTIONS AIMED AT EXTINGUISHING FIRES WITHIN THE FRAMEWORK OF FORENSIC FIRE TECHNICAL EXPERTISE

The article discusses the relevance of the introduction of a new expert specialization in the analysis of the actions of participants in extinguishing fires (the subject and objects of this examination), also explains the subject and objects of fire technical expertise.

Keywords: fire-technical expertise, forensic institutions, cause of fire, expert.

В Российской Федерации функционирует система экспертных учреждений. Экспертное исследование может проводиться либо экспертами этих учреждений, либо иными специалистами, назначенными лицом, производящим дознание (следователем, прокурором и судом). В качестве эксперта может быть назначено любое лицо, обладающее необходимыми знаниями для дачи заключения. Деятельность экспертов государственных экспертных учреждений различными нормативными документами [1]. В целях обеспечения исполнения полномочий должностными лицами органов

© Таратанов Н. А., Карасев Е. В., 2024

государственного пожарного надзора федеральной противопожарной службы, установленных [2], а также повышения эффективности деятельности при расследовании преступлений и правонарушений, связанных с пожарами, и в соответствии со статьей 11 ФЗ №73 [1] и приказом МЧС РФ от 14 октября 2005 г. № 745 созданы судебно-экспертных учреждения и экспертных подразделений федеральной противопожарной службы. Этим же приказом определена разрядность СЭУ ФПС ИПЛ.

Серьезным шагом развития ИПЛ стали утвержденные МЧС России приказы, регламентирующие создание на базе судебно-экспертных учреждений федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» по субъектам РФ (СЭУ ФПС ИПЛ), порядок организации и производства судебных экспертиз в СЭУ ФПС, а также порядок аттестации сотрудников, указанных подразделений, на право самостоятельного производства судебных экспертиз.

Расследование пожара также, как и процесс доказывания, основано на установлении и оценки определенных, иногда достаточно многочисленных обстоятельств, явлений и данных [3], учитываемых при установлении очага пожара, проверке версий о причине его и т.п. Полнота, объективность расследования зависят от их достоверности и задача установления истины зачастую решается только с помощью проведения экспертизы. Экспертиза – это специальное исследование, проводимое для установления определенных фактов через сведущее лицо (эксперта), являющееся специалистом в данной отрасли знания. Пожарно-техническая экспертиза относится к самостоятельной отрасли судебной экспертизы, входящей в инженерно-технический класс экспертиз, имеющей отличие от остальных ее видов — предмет исследования.

Предметом исследования пожарно-технической экспертизы являются фактические данные о явлениях, условиях, обстоятельствах, причинно-следственных связях, обусловивших возникновение пожара, его развитие, тушение и последствия, сведения о несоответствии объекта требованиям нормативных технических документов (правил) и их причинно-следственной связи с последствиями пожара [4].

В понятие причины возникновения пожара входит два аспекта: юридический и технический. Юридический аспект причины пожара состоит в действии или бездействии субъекта, исходя из этого выяснение данной стороны вопроса является прерогативой дознания, предварительного следствия и суда, но не входит в компетенцию эксперта. Технический аспект причины пожара заключает в себе прямое воздействие источника зажигания на горючую среду в очаге пожара. Источник зажигания выявляется только в установленном прежде очаге пожара. Выявление источника тепловой энергии относится к компетенции судебной пожарно-технической экспертизы (рис. 1).

Рис. 1. Объект судебной пожарно-тактической экспертизы

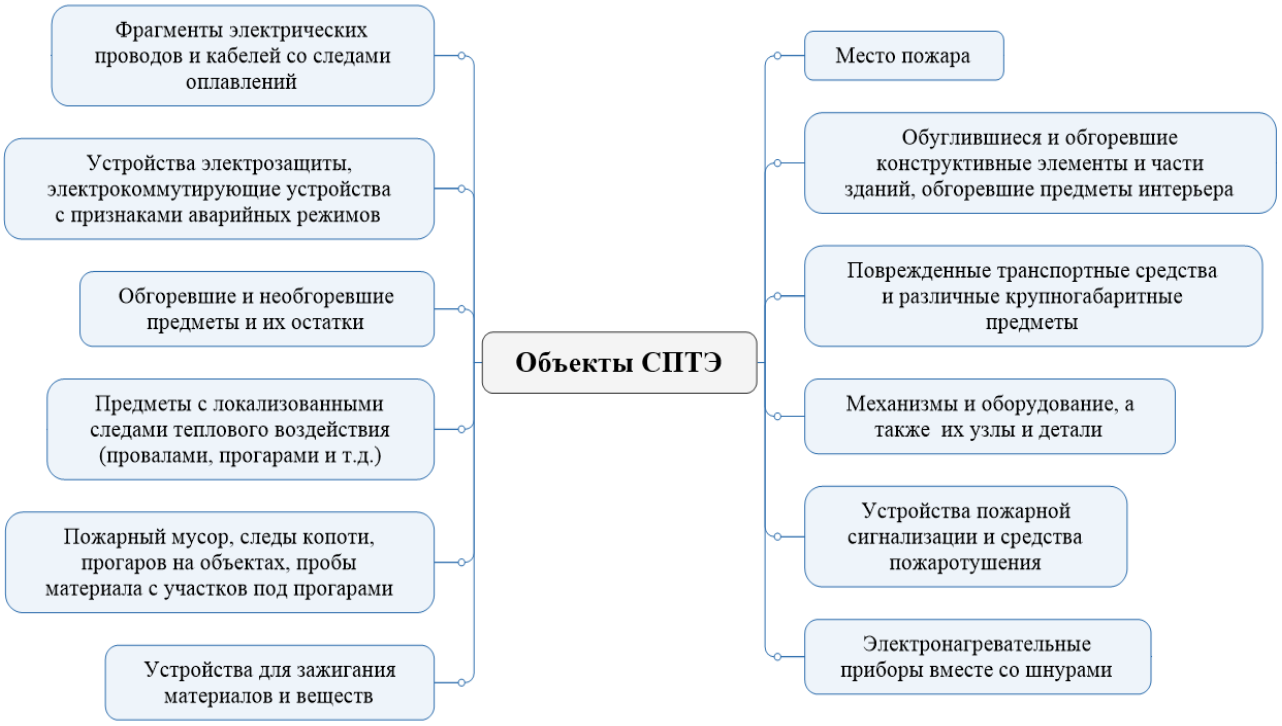


Рис. 2. Объекты судебной пожарно-технической экспертизы

В 2024 году в систему государственных СЭУ ФПС ИПЛ введена дополнительная специальность, относящееся к оценке действий пожарных подразделений осуществляющие действия, связанные с тушением пожаров и проведение данного вида экспертиз возможно комиссионно, комплексно или единолично [5-6]. Необходимость ее производства особенно ощущается в

случае необоснованных обвинений в адрес служб пожаротушения. Предметом тактической экспертизы служат боевые действия должностных лиц, осуществляющие тушении пожара, задействованные для спасения людей и материальных ценностей, к объектам относятся информация, отображенная на рис. 1.

В отличие от пожарно-тактической экспертизы к объектам судебной пожарно-технической экспертизы относятся все то, что будет находится на месте пожара (рис. 2).

Вместе с исследованием процессов возникновения горения и многих других пожарно-технических вопросов, которые необходимо выяснить в ходе расследования пожара, возникает необходимость привлекать в качестве экспертов специалистов других областей знаний. В таких случаях предмет и методы исследования разграничиваются компетенциями соответствующих наук. Исходя из этого не каждая экспертиза, которая назначается по делу о пожаре, будет строиться на пожарно-технических знаниях и является пожарно-технической. Наличие у пожарно-технической экспертизы своих собственных признаков, за которыми следует конкретное пожарно-техническое содержание, определяет предмет названной выше экспертизы.

Таким образом, пожарно-техническая экспертиза представляет собой исследование технологических, технических, организационных и иных причин, условий возникновения, характера протекания пожара и его последствий. Анализ действий, направленных на спасение людей, имущества и ликвидацию пожаров – прерогатива именно судебной пожарно-тактической экспертизы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации: Федеральный закон Российской Федерации от 31 мая 2001 годя № 73-ФЗ. Доступ из справочно-правовой системы «Гарант».

2. О пожарной безопасности Федеральный закон Российской Федерации от 21 декабря 1994 года № 69-ФЗ. Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».

3. Карасев Е.В., Таратанов Н.А. Исследование систем предотвращения пожаров и противопожарной защиты объекта при осмотре места происшествия, связанного с пожаром // Современные проблемы гражданской защиты. – 2021. – № 1(38). – С. 43-50. – EDN ZRIYJZ.

4. Зернов С.И. Задачи пожарно-технической экспертизы и методы их решения: Учебное пособие. - М.: ГУ ЭКЦ МВД России, 2001. - 200 с.

5. Шарапов С.В., Чешко И.Д., Бондарь А.А. Судебная пожарно-тактическая экспертиза: предмет, объекты исследования и пределы компетенции эксперта // Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности. № 3-2018. с. 5-8. – EDN VLQAEW.

6. Исследование и экспертиза пожаров: Словарь общих и специальных терминов / под ред. д.т.н., проф. И.Д. Чешко. М.: ВНИИПО, 2009. 520 с. 7. Методология судебной пожарно-технической экспертизы (основные принципы) / И.Д. Чешко [и др.]. М.: ВНИИПО, 2013. 23 с.

УДК 614.84

Н. А. Таратанов, Е. В. Карасев
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СПОСОБЫ УПАКОВКИ И ХРАНЕНИЯ ОБЪЕКТОВ СПТЭ, СОДЕРЖАЩИХ ИНИЦИАТОР ГОРЕНИЯ

В данной статье проанализированы способы упаковки и хранения объектов СПТЭ, содержащих инициатор горения. В ходе исследования проведены натурные эксперименты, которые доказывают, что полиэтилен не идеальная тара, т.к. многие органические жидкости медленно диффундируют через него и, в конечном счете, теряются, даже при хранении пакета в холодильнике. Однако в современных условиях работы дознавателей полиэтиленовые пакеты, наиболее реальная тара. При выезде на пожар их обязательно нужно иметь с собой и использовать совместно с алюминиевой фольгой.

Ключевые слова: экспертиза, экспертный анализ, способ упаковки.

N. A. Taratanov E. V. Karasev

METHODS OF PACKAGING AND STORAGE OF SPTE OBJECTS CONTAINING THE INITIATOR GORENJE

In this article, the methods of packaging and storing SPTE objects containing a gorenje initiator are analyzed. In the course of the study, field experiments were conducted that prove that polyethylene is not an ideal container, since many organic liquids slowly diffuse through it and, eventually, are lost, even when the package is stored in the refrigerator. However, in modern conditions of work of interrogators, plastic bags are the most real containers. When traveling to a fire, they must be carried with you and used in conjunction with aluminum foil.

Keywords: expertise, expert analysis, packaging method.

Поджог является одним из наиболее опасных способов уничтожения или повреждения материальных ценностей. В большинстве случаев поджог стараются устроить так, чтобы истинная причина пожара не была раскрыта, а для этого имитируют возникновение пожара от других причин – короткого замыкания, перегрузки, самовозгорания и т.п. Так поджигатели стараются

© Таратанов Н. А., Карасев Е. В., 2024

уходить от ответственности. Знание основных методов совершения поджога помогает дознавателю доказывать факт совершения преступления. Поэтому обнаружение и сохранение остатков инициатора горения является важной и актуальной задачей.

Целью работы является исследование способов упаковки и хранения объектов СПТЭ содержащих инициатор горения в целях судебной пожарно-технической экспертизы.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Провести аналитический обзор по теме исследования.
2. Осуществить изучение полевых и лабораторных методов исследования.
3. Провести исследование способа упаковки и хранения объектов СПТЭ содержащих инициатор горения.
4. Определить основные объекты носители инициатора горения.
5. Осуществить обработку результатов экспериментальных данных.
6. Выявить оптимальные способы упаковки и хранения объектов СПТЭ содержащих инициатор горения.

При проведении исследования применяли следующие способы упаковки: банка стеклянная, пластиковый бокс, полиэтиленовый пакет и алюминиевая фольга (рис. 1).

Рис. 1. Виды упаковки

В качестве объекта носителя выступала ткань хлопковая. Идентичные образцы ткани были применены в ходе всех экспериментов. В качестве инициатора горения во всех экспериментах выступал бензин марки АИ-95 в объеме 0,5 мл. Данный объем инициатора горения помещали на объект носителя и в дальнейшем поджигали с помощью газовой горелки. Процесс горения продолжали в течении 30 секунд (рис. 2).

Рис. 2. Процесс проведения эксперимента

Эффективность вида упаковки была подтверждена экспериментально. Для этого в эксперименте использовался газоанализатор «Колион-1В».

Практический эксперимент проводился в течение 21 (двадцать одного) дня. Исследованию подвергались нативные и выгоревшие образцы хлопчатой ткани с инициатором горения.

В ходе эксперимента моделировался следующие температурные режимы хранения объектов исследования: в лаборатории при 20 ºС, в холодильнике при 5 ºС, в морозильнике при -16 ºС и у радиаторов отопления при 35 ºС.

Используемый в эксперименте газоанализатор имел верхний предел измерения 2296 мг/м^3 и был отградуирован по 92 бензину. Важно отметить, что перед проведением эксперимента показания прибора составляли 0 мг/м^3.

В первый же день после нанесения жидкости, показания прибора над местом нанесения достигали от 80 до 2296 мг/м^3.

С течением времени над поверхностью объектов исследования в местах розлива вышеуказанной жидкости наблюдалось снижение показаний прибора.

На третий день после начала эксперимента показания прибора над местом нанесения при температуре 20 ºС в полиэтиленовом пакете наблюдались 0 мг/м^3 показания прибора, как выгоревшего, так и нативного образца. Самая большая потеря показаний прибора составила на пятнадцатый и последующие дни после начала эксперимента.

По итогу проведенных экспериментов лучшие результаты показали следующие виды упаковки: стеклянная банка, пластиковая банка и полиэтиленовый пакет + алюминиевая фольга. Данные виды упаковки наиболее подходят для хранения объектов с инициаторами горения.

Лучшим местом и температурным режимом для хранения является холодильник или морозильная камера.

Проведенные исследования позволяют сформировать следующие предложения по способу упаковки и хранению объектов СПТЭ содержащих инициатор горения:

1) Важно чтобы упаковка была герметична.

2) Чтоб эта упаковка была химически инертна.

3) Если остатки инициатора горения найдены на поверхности предмета, который нельзя изъять с места пожара — жидкость следует впитать в чистую фильтровальную бумагу или вату, которые складываются в герметичную стеклянную банку или заворачиваются в алюминиевую фольгу.

4) Закрепить пояснительную записку (бирку) из картона, на которой отмечают данные о месте и дате изъятия, ставят подписи сотрудника, изъявшего пробу и понятых.

5) Все объекты исследования следует хранить в холодильнике, а лучше всего в морозильнике.

При этом закупорка емкостей бумажной, картонной, резиновой пробками не допустима!

Таким образом, в ходе выполнения выпускной квалификационной работы подробно изучена методика планирования и проведения эксперимента.

Проведенные натурные эксперименты доказывают, что полиэтилен не идеальная тара, т.к. многие органические жидкости медленно диффундируют через него и, в конечном счете, теряются, даже при хранении пакета в холодильнике. Однако в современных условиях работы дознавателей полиэтиленовые пакеты, наиболее реальная тара. При выезде на пожар их обязательно нужно иметь с собой и использовать совместно с алюминиевой фольгой.

Полученные результаты, ранее не описаны в литературе и представляют практический интерес для пожарно-технических специалистов, работающих в области судебной пожарно-технической экспертизы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калашников Д.В., Таратанов Н.А. Экспертный эксперимент как инструмент в определении механизма возникновения горения // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности: Сборник трудов секции № 9 XXXIII Международной научно-практической конференции, Химки, 01 марта 2023 года. – Химки: Академия гражданской защиты МЧС России имени генерал-лейтенанта Д.И. Михайлика, 2023. – С. 106-110. – EDN WSBABK.

2. Таратанов Н.А., Карасев ЕВ., Таратанова А.В. Основы пожарно-технической экспертизы // Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса «Государственный надзор» за 2022 год: Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса, Иваново, 01 января – 31 декабря 2022 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 136-140. – EDN FEVGMC.

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 EOQOHU.

УДК 614.84

Н. А. Таратанов, Е. В. Карасев
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОЦЕНКА ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ПОТОЛОЧНЫХ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ

В данной статье осуществлена оценка пожарной опасности потолочных светодиодных светильников. В ходе исследования выявлена основная проблема светильников – это деградация и перегорание светодиодов, при этом за счёт схемы их питания после перегорания одного диода возрастает нагрузка на другие, и они перегорают быстрее, могут замыкать на подложку и корпус светильника с последующим воспламенением рассеивателя.

Ключевые слова: экспертиза, экспертный анализ, светодиодный светильник.

N. A. Taratanov E. V. Karasev

FIRE HAZARD ASSESSMENT OF LED CEILING LIGHTS

In this article, an assessment of the fire hazard of ceiling LED lamps is carried out. During the study, the main problem of lamps was identified – this is the degradation and burnout of LEDs, while due to their power supply scheme, after burning out one diode, the load on the others increases, and they burn out faster, they can short-circuit to the substrate and the lamp body, followed by ignition of the diffuser.

Keywords: ertise, expert analysis, LED lamp.

В настоящее время среди осветительных приборов, все чаще используют потолочные светодиодные светильники. Обусловлено это тем, что диодные (LED) светильники становятся все более популярными благодаря своим преимуществам перед другими типами освещения. С ростом выпуска данной продукции, возросло и количество пожаров причиной которых стали потолочные светодиодные светильники. В связи с этим возникает необходимость в изучении пожарной опасности потолочных светодиодных светильников.

Целью работы является разработка предложений по исследованию пожарной опасности потолочных светодиодных светильников.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

- Провести аналитический обзор устройству потолочных светильников.
- Проанализировать современный опыт исследования потолочных светильников.
- Провести аналитический обзор по методам исследования пожарной опасности потолочных светильников.

© Таратанов Н. А., Карасев Е. В., 2024

- Осуществить исследование наиболее подверженного пожарной опасности участка в потолочных светодиодных светильниках.
- Сформулировать выводы по итогу проведенных исследований.

В качестве объекта исследования явился электрический светодиодный светильник, марки ДВО 6560-Р партия 904 дата выпуска: апрель 2019 года.

При демонтаже LED драйвера светодиодного светильника, по своим визуальным признакам (нанесенной цветовой маркировке — 5 цветных колец): желтый, фиолетовый, золотистый, золотистый, черный, а также по маркировке на плате — FR (Fuse resistor), можно утверждать, что в качестве предохранителя LED драйвера светодиодного светильника использовался предохранительный резистор.

Установить марку предохранительного резистора и данные о заводе изготовителя не представляется возможным ввиду отсутствия маркировки, нанесенной непосредственно на корпус предохранительного резистора.

При вскрытии защитного корпуса LED драйвера светодиодного светильника также установлено, что конденсатор вздутия корпуса не имеет, что свидетельствует о том, что он визуально находится в рабочем состоянии.

Корпус конденсатора расположен в непосредственной близости над транзистором.

Далее были смоделированы условия аварийной работы LED драйвера светодиодного светильника. Светильник подключался к электросети 220 В.

Конденсатор нагревался струей нагретого воздуха при помощи фена. При этом светодиоды осветительной лены начинали мерцать, далее мигать, после чего произошло их полное отключение. При этом произошло вздутие корпуса конденсатора. Однако срабатывания предохранительного резистора не произошло. Далее при помощи паяльника было смоделировано короткое замыкание на участке микросхемы контроллера светодиодов. В момент срабатывания предохранительного резистора LED драйвера светодиодного светильника наблюдалась яркая вспышка с разлетом большого количества раскаленных частиц (искр) (см. рис.1).

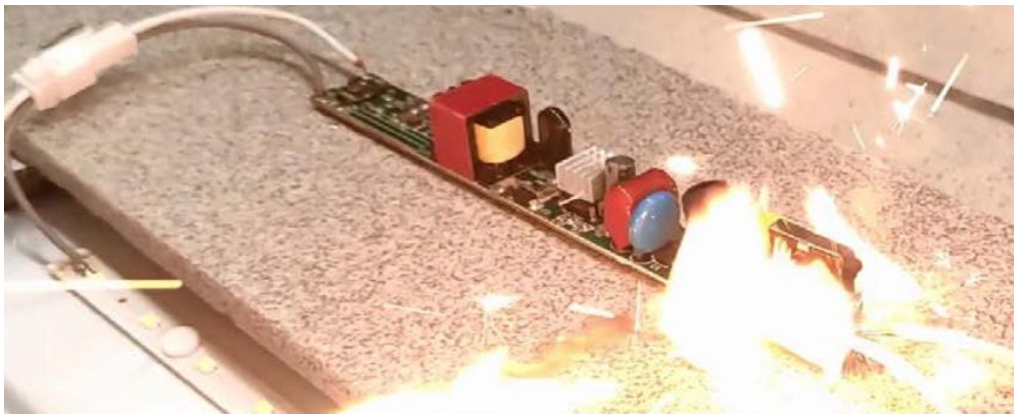


Рис. 1. Момент срабатывания предохранительного резистора LED драйвера светодиодного светильника

При возникновении аварийной работы в LED драйвере произошло вздутие корпуса конденсатора (выход его из строя), далее произошло срабатывании предохранительного резистора LED драйвера. В результате срабатывания предохранительного резистора произошла яркая вспышка с разлетом большого количества раскаленных частиц (искр), что может явится причиной воспламенения полимерного защитного корпуса LED драйвера и рассеивателя светильника, выполненного из полистирола.

Данное обстоятельство свидетельствует о том, что в случае возникновения аварийного режима работы LED драйвера результате срабатывания предохранительного резистора выделяется достаточное количество тепловой энергии способной воспламенить защитный полимерный корпус LED драйвера и рассеивателя светодиодного светильника, выполненного из полистирола.

В ходе проделанной работы были установлены факты, влияющие на пожарную опасность потолочных светодиодных светильников:

1. Драйверы и светодиодные ленты очень требовательны к напряжению.

2. При подсоединении контактов важно соблюдать полярность (N и L – то есть нужно фазу и ноль правильно подключать).

3. При перенапряжении в сети перегорают диоды и ограничительные резисторы, при перегорании светодиода на фильтре конденсатор может сгореть и т.п.

4. При замыкании одного из светодиодов на подложку (в месте клепочного соединения) происходит вынос напряжения на корпус с корпуса на заземленную металлоконструкцию – короткое замыкание.

5. Светодиодные панели сохраняют работоспособность при напряжении 265 В со снижением срока службы. *Все переходные процессы часто пожароопасны, т.к. ГОСТов – нет, особых требований как таковых нет, а светильники есть.*

6. В качестве источников зажигания выступают большие переходные сопротивления и короткие замыкания.

Основная проблема светильников – это деградация и перегорание светодиодов, при этом за счёт схемы их питания после перегорания одного диода возрастает нагрузка на другие, и они перегорают быстрее, могут замыкать на подложку и корпус светильника с последующим воспламенением рассеивателя.

Первый пример пожара по причине воспламенения светодиодного потолочного светильника: пожар в учебной аудитории, расположенной на 5-м этаже административного корпуса учебного заведения.

При этом термические поражения сформированы в месте установки светодиодного светильника. Светильник имел термические повреждения, выраженные в виде оплавления, частичного уничтожения пластикового плафона светильника, обугливания и уничтожения изоляции электрических проводов, оплавления электронного блока светильника в месте подключения

электрических проводов внутри светильника. Изоляция электрических проводов снаружи светильника снаружи не повреждена. Электронный блок внутри светильника оплавлен в месте подключения провода. Пожар своего распространения не получил по причине отсутствия пожарной нагрузки в близи зоны воспламенения.

Входе исследования данного пожара были даны ответы на два вопроса, касаемые очага и причины пожара.

1. Очаг пожара находился внутри здания административного корпуса на 5-м этаже в учебной аудитории, слева относительно входа в аудиторию в районе задних рядов на перекрытии в месте расположения светильника.

2. Непосредственной (технической) причиной возникновения пожара послужило загорание горючих материалов в результате теплового проявления аварийного режима работы электрооборудования (LED драйвера светодиодного светильника).

Вторым примером является пожар в складском помещении. Как вы можете заметить, работник улавливает расплавленные и горящие части полимера (см. рис. 2).

Рис. 2. Процесс горения потолочного светильника

В ходе выполнения ВКР осуществлено исследование пожарной опасности потолочных светодиодных светильников. В ходе проделанной работы были установлены факты, влияющие на пожарную опасность потолочных светодиодных светильников:

1. При перенапряжении в сети перегорают диоды, резисторы и конденсаторы.

2. При замыкании одного из светодиодов на подложку происходит вынос напряжения, что приводит к короткому замыканию.

3. Срок службы снижется при напряжении 265 В.

4. В качестве источников зажигания выступают большие переходные сопротивления и короткие замыкания.

Из проведенного исследования следует, что основная проблема светильников – это деградация и перегорание светодиодов, при этом за счёт схемы их питания после перегорания одного диода возрастает нагрузка на другие, и они перегорают быстрее, могут замыкать на подложку и корпус светильника с последующим воспламенением рассеивателя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Таратанов Н.А., Карасев Е.В., Таратанова А.В. Основы пожарно-технической экспертизы // Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса «Государственный надзор» за 2022 год: Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса, Иваново, 01 января – 31 декабря 2022 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 136-140. – EDN FEVGMC.

2. Карасев Е.В., Таратанов Н.А., Бирюкова И.А. Оценка эффективности деятельности сотрудников и работников судебно-экспертного учреждения / Е.В. Карасев // Современные проблемы гражданской защиты. – 2020. – № 1(34). – С. 84-93. – EDN ZFVHQT.

3. Калашников Д.В., Таратанов Н.А. Экспертный эксперимент как инструмент в определении механизма возникновения горения // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности: Сборник трудов секции № 9 XXXIII Международной научно-практической конференции, Химки, 01 марта 2023 года. – Химки: Академия гражданской защиты МЧС России имени генерал-лейтенанта Д.И. Михайлика, 2023. – С. 106-110. – EDN WSBABK.

4. Таратанов Н.А., Карасев Е.В., Таратанова А.В. О важности проведения осмотра места происшествия // Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса «Государственный надзор» за 2022 год: Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса, Иваново, 01 января – 31 декабря 2022 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 133-136. – EDN EOQOHU.

5. Ермакова К.Н., Гунажоков М.М., Таратанов Н.А. Исследование возможности использования нетипичных средств поджога / К.Н. Ермакова // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: Сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической

конференции, Иваново, 20 апреля 2021 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академии, 2021. – С. 103-107. – EDN WZIRDG.

УДК 614.84

А. Н. Тарикулиев, Н. А. Таратанов, Е. В. Карасев
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НАСАДКИ НА ПРОБООТБОРНИК ГАЗОАНАЛИЗАТОРА С ФОТОИОНИЗАЦИОННЫМ ДЕТЕКТОРОМ

В данной статье доказано, что применение насадки на пробоотборник газоанализатора позволяет существенно повысить надёжность и оперативность обнаружения интенсификаторов горения на местах пожаров, обнаружить остатки интенсификаторов горения в малых количествах, когда без насадки они уже не обнаруживаются, увеличить достоверность установления причин пожаров, снизить риск загрязнения деталей газоанализатора и, как следствие загрязнения, невозможности его дальнейшего использования без длительной очистки, связанной с разборкой газоанализатора, промывкой и просушкой его деталей.

Ключевые слова: экспертиза, пробоотборник, газоанализатор.

A. N. Tarikuliev, N. A. Taratanov E. V. Karasev

IMPROVEMENT OF THE NOZZLE ON THE GAS ANALYZER SAMPLER WITH A PHOTOIONIZATION DETECTOR

This article proves that the use of a nozzle on the sampler of a gas analyzer can significantly increase the reliability and efficiency of detecting combustion intensifiers at fire sites, detect the remnants of combustion intensifiers in small quantities when they are no longer detected without a nozzle, increase the reliability of determining the causes of fires, reduce the risk of contamination of gas analyzer parts and, as a result of contamination, the impossibility of its further gorenje gorenje. use without prolonged cleaning associated with disassembly of the gas analyzer, washing and drying of its parts.

Key words: expertise, sampler, gas analyzer.

На сегодняшний день уровень развития общества сопровождается появлением большого количества потенциальных источников зажигания, что приводит к усложнению анализа условий, вызывающих возникновение пожаров. От того насколько грамотно эксперт судебно-экспертного учреждения МЧС России установит место первоначального возникновения горения во многом зависит установление технической причины возникновения пожара и как следствие разрешение уголовного, административного или гражданского

© Тарикулиев А. Н., Таратанов Н. А., Карасев Е. В., 2024

(арбитражного) дела, именно этим и обусловлена актуальность выбранной темы.

Практика применения инструментальных полевых методов показала, что наиболее часто в процессе исследования пожаров специалистами и экспертами СЭУ ФПС ИПЛ, используются газоанализаторы с фотоионизационными детекторами «Колион-1В» или «АНТ-3М».

Достоинствами фотоионизационных газоанализаторов являются высокая чувствительность, быстродействие, устойчивость к концентрационным перегрузкам, стабильность, длительный срок службы, отсутствие влияния температуры окружающей среды, неограниченный срок хранения.

Практически все наиболее распространенные из применяемых поджигателями горючих жидкостей (бензин, керосин, растворители для лаков и красок и др.) могут быть обнаружены прибором с фотоионизационным детектором. Хочется отметить, что любые поиски остатков ЛВЖ и ГЖ на пожаре с помощью газоанализаторов с ФИД можно проводить только после гарантированно полной ликвидации горения (в том числе тления во внутренних конструкциях полов, в завалах пожарного мусора и т.д.).

Целью исследования является разработка и изготовление насадки на пробоотборник газоанализатора с фотоионизационным детектором.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Проанализировать мотивы и тактика совершения поджогов;
2. Проанализировать признаки и обстоятельства, свидетельствующие о поджоге;
3. Охарактеризовать основные методы и методики при исследовании пожаров (поджогов) в целях пожарно-технической экспертизы;
4. Разработать трехмерную модель и изготовить насадку на пробозаборник газоанализатора с фотоионизационным детектором;
5. Оценить эффективность практического применения насадки;
6. Обобщить полученные результаты.

В ходе исследования при работе с газоанализатором «Колион-1В» были выявлены два основных недостатка:

1) На открытой местности воздушные потоки разбавляют (или отводят в сторону) концентрацию паров интенсификаторов горения, тем самым влияют на фиксацию показателей.

2) По окончании действий пожарных подразделений, направленных на ликвидацию горения, инициатор горения может быть смыт или очень сильно разбавлен (влияние огнетушащих веществ), а также вследствие максимального выгорания с его последующим выветриванием.

Для снижения влияния негативных факторов на результаты измерений прибора «Колион-1В», эксперт (специалист) вынужден «нос» пробоотборника подносить максимально близко к объекту исследования, а это за собой может повлечь затягивание жидкостей и мелкодисперсных веществ в пробоотборник с последующим влиянием на показания фотоионизационного детектора.

Дальнейшее использование прибора «Колион-1В» без качественной очистки становится просто невозможным. Все это приводит к ошибочному выводу о причине пожара.

В целях недопущения затягивания жидких и мелкодисперсных частиц в фотоионизационную камеру предлагаю использовать насадку для пробоотборника, чертеж которой представлен на рис. 1.

Для того чтобы определить оптимальный объем данной насадки, были проведены расчеты объема и время заполнения насадки для газоанализатора (усеченного конуса).

Усеченный конус — часть конуса, расположенная между его основанием и секущей плоскостью, параллельной основанию, схема и 3D-модель которой представлена на рис. 1.

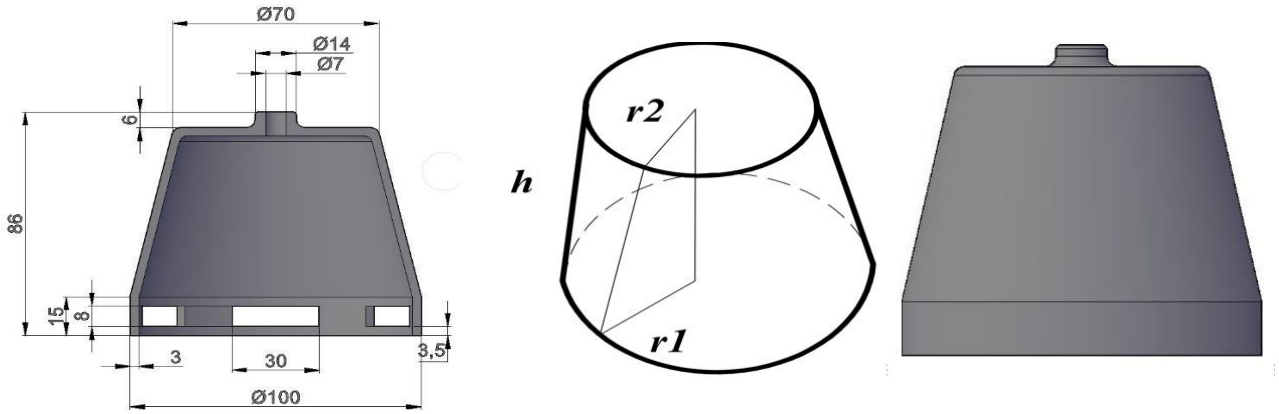


Рис. 1. Схема насадки для газоанализатора «Колион-1В»

$$V_{\text{нас}} = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot h \cdot (r_1^2 + r_1 \cdot r_2 + r_2^2) = \frac{1}{3} \cdot 3.14 \cdot 86 \cdot \left(50^2 + 50 \cdot 35 + 35^2\right)$$
$$= 90.01(2500 + 1750 + 1225) = 492\text{м}^2 = 0{,}492 \text{ л}$$

Время заполнения насадки для газоанализатора. Согласно паспорту, расход воздуха на выходе газоанализатора «Колион-1В» ($Q_г$) 300 мл/мин или 18 л/ч.

$$\tau = \frac{V_{\text{нас}}}{\text{Q}_\text{г}} = \frac{0{,}492}{18} = 0{,}02733 \text{ ч} = 98{,}39 \text{ с}$$

Определив объем данной насадки, определили время заполнения насадки для газоанализатора.

Далее было подготовлено трехмерное изображение насадки для газоанализатора «Колион-1В», которое было выполнено при помощи 3-х мерного модуля программы AutoCAD (рис. 2).

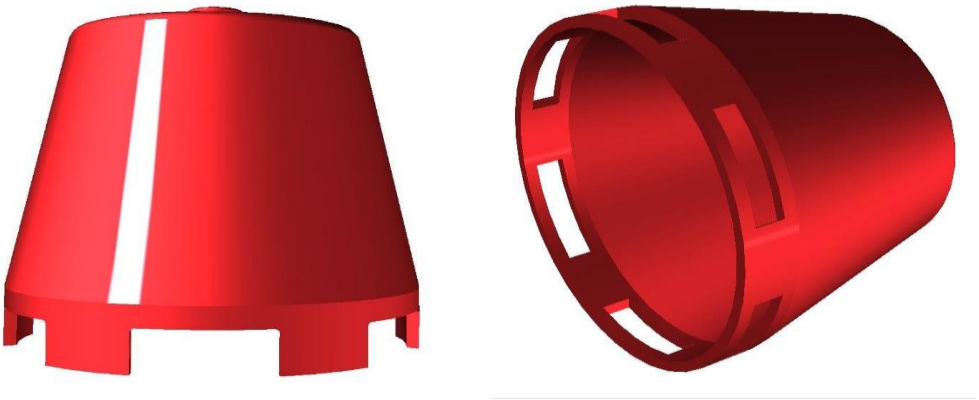


Рис. 2. Трехмерное изображение насадки для газоанализатора «Колион-1В»

Данная трехмерная модель позволяет получить наиболее полное представление о конструкции разработанного устройства, материале из которого оно изготовлено, цвете и т.д. в отличие от двумерного чертежа. Помимо этого, на трехмерной модели всегда можно выполнить различные виды разрезов (простые и сложные) для выявления внутренней конструкции устройства.

Также следует отметить, что из трехмерной модели (сборочной единицы) всегда можно разобрать на составные части, изучив при этом конструкцию каждой детали. Зачастую двумерный чертеж какого-либо проекта является недостаточно наглядным и информативным, особенно для зрителя (заказчика, клиента) не обладающего пространственным воображением и не обладающего соответствующей технической грамотностью. Поэтому трехмерное изображение объекта позволит зрителю, рецензенту, заказчику и т.п. дать полную и однозначную информацию о представляемом проекте.

Далее насадка изготавливалась (печаталась) на 3D-принтере, данная насадка имеет вид усечённого прямого кругового полого конуса с диаметром большего (открытого) основания 100 мм, диаметром меньшего (закрытого) основания 70 мм и высотой 86 мм. По центру меньшего основания было предусмотрено отверстие, в которое была плотно вкручена ступенчатая гайка, закрепляющая противопылевой фильтр на конце пробоотборной трубки газоанализатора «Колион-1В».

Эффективность насадки была подтверждена экспериментально. Практический эксперимент проводился с дизельным топливом летним (ДТЛ), автомобильным бензином АИ-92 и АИ-95, а также керосином осветительным на открытом воздухе приблизительно с 09:00 до 09:00 следующего дня за началом эксперимента (длительность эксперимента составила 24 часа). Осадков во время проведения эксперимента не наблюдалось, ветер был слабым или отсутствовал.

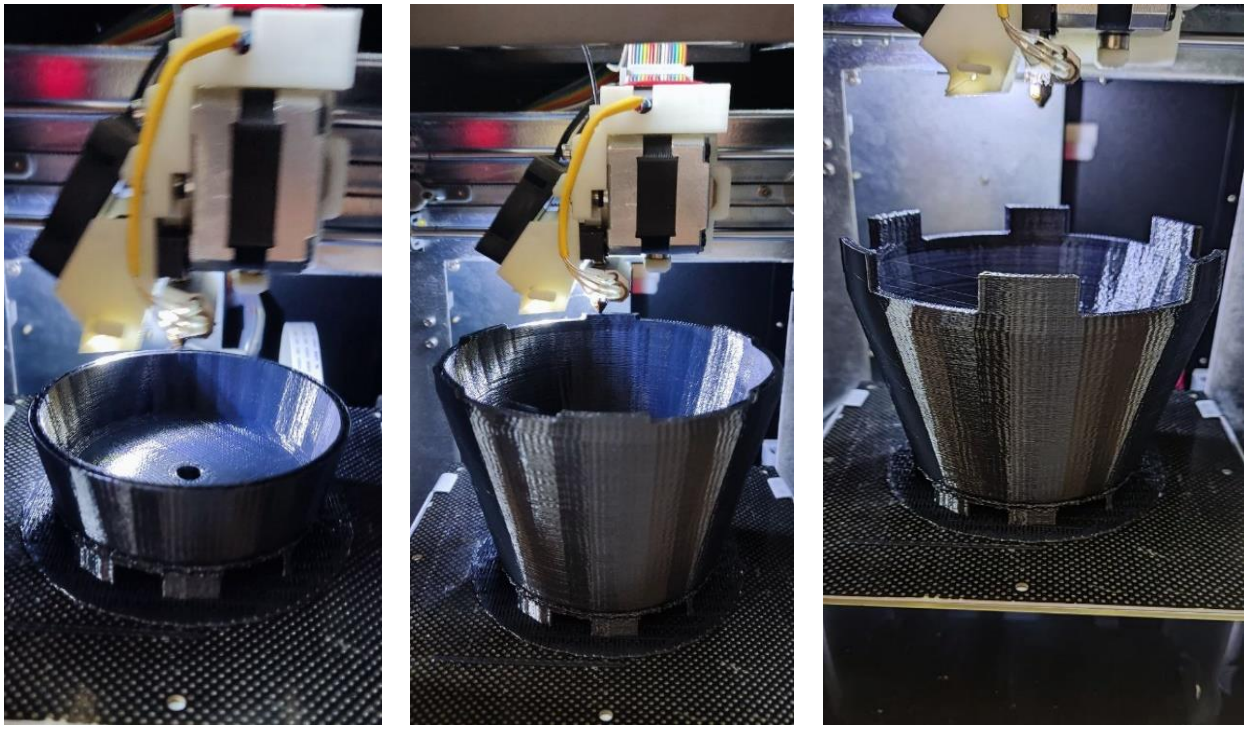


Рис. 3. Процесс изготовления (печати) насадки на 3D-принтере

Хотелось бы отметить, что при проведении эксперимента показания газоанализатора без насадки были неустойчивые, быстро изменяющиеся то в большую, то в меньшую сторону. При применении насадки колебания показаний прибора по амплитуде и скорости их изменения значительно меньше, чем без насадки.

Применение насадки на пробоотборник газоанализатора позволяет существенно повысить надёжность и оперативность обнаружения интенсификаторов горения на местах пожаров, обнаружить остатки интенсификаторов горения в малых количествах, когда без насадки они уже не обнаруживаются, увеличить достоверность установления причин пожаров, снизить риск загрязнения деталей газоанализатора и, как следствие загрязнения, невозможности его дальнейшего использования без длительной очистки, связанной с разборкой газоанализатора, промывкой и просушкой его деталей.

Внедрение предлагаемой насадки не требует технологических затрат и легко осуществимо при разработке 3D-модели с последующей её печатью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калашников Д.В., Таратанов Н.А. Экспертный эксперимент как инструмент в определении механизма возникновения горения // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности: Сборник трудов секции № 9 XXXIII Международной научно-практической конференции, Химки, 01 марта 2023 года. – Химки: Академия

гражданской защиты МЧС России имени генерал-лейтенанта Д.И. Михайлика, 2023. – С. 106-110. – EDN WSBABK.

2. Таратанов Н.А., Карасев ЕВ., Таратанова А.В. Основы пожарно-технической экспертизы // Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса «Государственный надзор» за 2022 год: Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса, Иваново, 01 января – 31 декабря 2022 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 136-140. – EDN FEVGMC.

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 EOQOHU.

УДК 614.89

М. К. Томилов
Федеральное государственное казенное учреждение
«Научно-исследовательский институт «Респиратор» МЧС России»

УСТАНОВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВЛИЯНИЯ ВЯЗКОСТИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТУШЕНИЯ МОДЕЛЬНОГО ОЧАГА ПОЖАРА В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Экспериментально обосновано влияние вязкости разработанного состава добавок к воде, улучшающих ее огнетушащую способность. Проведена оценка огнетушащей способности водных составов и проанализированы возможности управления ею за счет изменения вязкости состава.

Ключевые слова: жидкое стекло, сульфат калия, вода, время истечения, огнетушащая эффективность, вязкость.

M. K. Tomilov

ESTABLISHING THE DEPENDENCE OF THE INFLUENCE OF VISCOSITY ON THE EFFICIENCY OF EXTINGUISHING A MODEL FIRE IN LABORATORY CONDITIONS

The influence of viscosity of the developed composition of additives to water, improving its fire extinguishing ability, has been experimentally substantiated. An assessment of the fire extinguishing capacity of aqueous compositions was carried out and the possibilities of controlling it by changing the viscosity of the composition were analyzed.

© Томилов М. К., 2024

Key words: liquid glass, potassium sulfate, water, flow time, fire extinguishing efficiency, viscosity.

Постановка проблемы. Наиболее доступным, дешевым и безвредным средством тушения пожаров является вода – первое огнетушащее вещество в истории, которое применяли для ликвидации возгораний задолго до изобретения пенообразователей и порошковых составов. Сочетание факторов, обусловливающих ее достоинства как огнетушащего средства, позволяют отнести воду к наиболее распространенным средствам тушения пожаров.

Но в то же время вода обладает рядом недостатков, которые сужают область ее использования как огнетушащего средства. С целью повышения огнетушащей способности в воду вводят специальные химические добавки, улучшающие ее физико-химические характеристики.

Одним из свойств составов, оказывающих значительное влияние на огнетушащую способность воды, является вязкость. Низкая вязкость способствует быстрому стеканию воды с горящих предметов, особенно с вертикальных и наклонных поверхностей, вследствие чего, значительная ее часть не принимает участия в процессе тушения пожара, что в итоге приводит к повышению расхода воды при ликвидации пожара.

Методика проведения экспериментов. На основании результатов предыдущих исследований [3] было определено, что содержание в составе 10 % жидкого стекла повышает огнетушащую способность воды в 1,8 раз [3]. В свою очередь добавки к водной композиции, модифицированной 10 масс. % жидкого стекла, 5 масс. % сульфата калия повышает огнетушащую способность водного состава в 2,3 раза [3].

Для оценки эффективности применения разработанных составов целесообразно было провести экспериментальные исследования по определению их вязкости. Проведение исследований осуществлялось в соответствии с ГОСТ 33768.

Существующие виды вискозиметров описаны в ГОСТ 10028. Испытания проводили с использованием вискозиметра ВПЖ-2 с диаметром капилляра 0,56 мм и постоянной вискозиметра 0,01040 мм^2/с^2. Лабораторная установка для определения вязкости исследуемых растворов представлена на рис. 1.

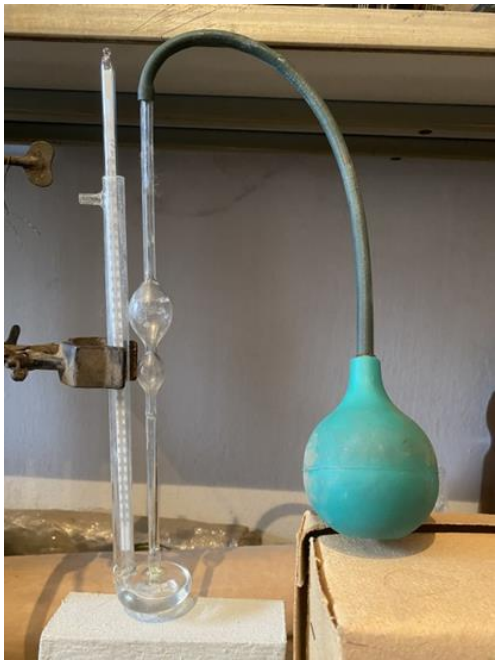


Рис. 1. Лабораторная установка для определения вязкости водных растворов

После определения времени истечения исследуемого раствора кинематический коэффициент вязкости, ν, мм^2/с, определяли в соответствии с паспортом применяемого вискозиметра по формуле

$$\nu = \frac{g}{9{,}807} \cdot \tau \cdot K, \qquad (1)$$

где К – постоянная вискозиметра, мм^2/с^2;
τ – время истечения раствора, с;
g – ускорение свободного падения в месте измерений, м/с^2.

Ускорение свободного падения в месте измерений, g, м/с^2, коэффициента кинематической вязкости, вычисляли по формуле

$$g = 9{,}7803180 \cdot \left(1 + 0{,}005304 \cdot \sin^2\varphi - 0{,}0000059 \cdot \sin^2 2\varphi\right) - 2 \cdot 10^{-6} \cdot h, \qquad (2)$$

где φ – географическая широта места, градус;
h – высота над уровнем моря, м.

Если ускорение свободного падения в месте измерений отличается от 9,807 м/с^2 не более чем на 0,1 %, то при расчете кинематического коэффициента вязкости по формуле (1) отношение (g/9,807) можно принять равным единице.

Динамический коэффициент вязкости, η, мПа·с, рассчитывали по формуле

$$\eta = \nu \cdot \rho \cdot 10^{-3} \quad , \qquad (3)$$

где ρ – плотность раствора, кг/м^3.

Результаты экспериментов. Результаты испытаний по определению вязкости водных растворов при температуре раствора 20 °С представлены в таблице.

На основании данных экспериментов также была установлена зависимость огнетушащей способности от коэффициента динамической вязкости, которая представлена на рис. 2.

Экспериментальные значения с высокой достоверностью (коэффициент корреляции r = 0,9937) аппроксимированы полиномиальной зависимостью третьего порядка.

Таблица. **Результаты испытаний по определению вязкости водных растворов при температуре раствора 20 °С**

№	Состав водного раствора, %	Количество распылений водного раствора в эксперименте до прекращения горения, раз	Время истекания водного раствора, с			Кинематический коэффициент вязкости водного раствора, мм²/с				Динамический коэффициент вязкости, мПа·с
			Номер эксперимента			Номер эксперимента			Среднее значение	
			1	2	3	1	2	3		
1	Вода – 100	14	97	96	99	1,008	0,099	1,019	1,009	1,009
2	Жидкое стекло – 10 Сульфат калия – 3 Вода – 87	9	114	114	115	1,186	1,186	1,196	1,189	1,268
3	Жидкое стекло – 10 Сульфат калия – 4 Вода – 86	8	116	114	115	1,206	1,186	1,196	1,196	1,279
4	Жидкое стекло – 10 Сульфат калия – 5 Вода – 85	6	118	119	120	1,227	1,238	1,248	1,238	1,338
5	Жидкое стекло – 10 Сульфат калия – 6 Вода – 84	4	121	120	121	1,248	1,258	1,258	1,255	1,380
6	Жидкое стекло – 10 Сульфат калия – 7 Вода – 83	4	124	123	125	1,279	1,290	1,300	1,290	1,419

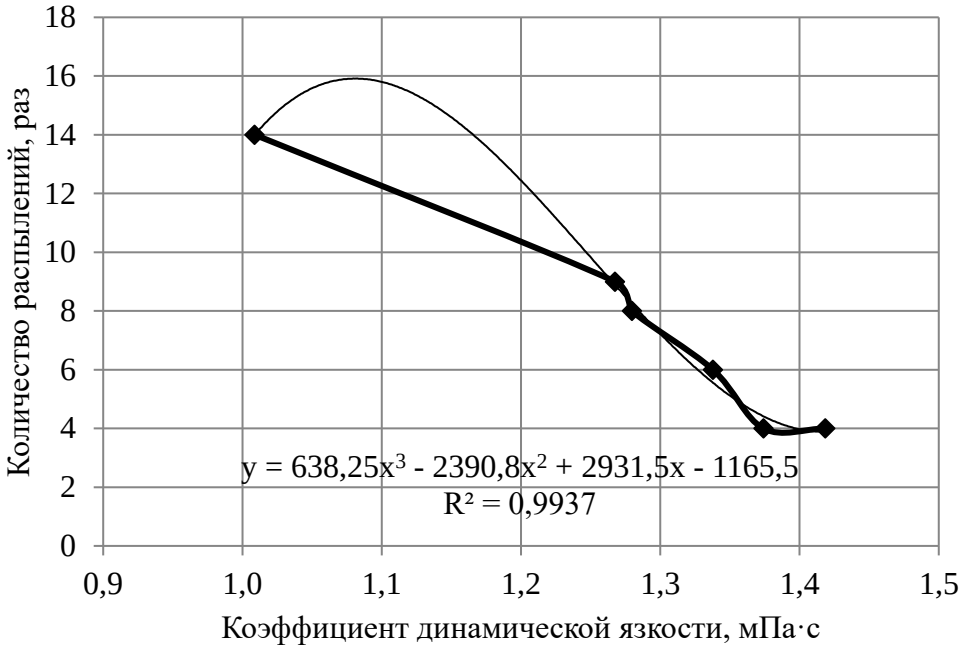


Рис. 2. Зависимость огнетушащей способности
от коэффициента динамической вязкости

Влияние динамического и кинематического коэффициента вязкости на огнетушащую способность исследуемых растворов исследовано экспериментальным путем. Результаты экспериментальных исследований показали, что добавка 5–7 масс. % сульфата калия в огнетушащий состав увеличивает значение динамической вязкости раствора примерно в 1,5 раза, с 1,009 мПа·с до 1,419 мПа·с. Время истекания исследуемого раствора также увеличивается с 96 до 125 с.

В работах [1] и [2] показано, что при повышении вязкости воды до 1,5–2,5 мПа·с, значительно снижается время тушения и коэффициент ее использования повышается более чем в 1,8 раза. В соответствии с патентом [4] увеличение содержания жидкого стекла (5–50 %) в водном растворе должно было повысить его вязкость в 4–500 раз по сравнению с вязкостью воды. Экспериментальными исследованиями, проведенными в рамках предыдущего этапа научно-исследовательской работы, было установлено, что наиболее рациональное содержание жидкого стекла, положительно влияющее на огнетушащую способность разработанного состава, составляет 10 %.

Выводы. Как показывают результаты экспериментальных исследований, огнетушащая способность возрастает с повышением значения коэффициента динамической вязкости водного состава. Такое увеличение вязкости увеличивает время стекания огнетушащей жидкости по вертикальным поверхностям, что в свою очередь повышает эффективность тушения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Копылов Н.П., Повышение эффективности тушения лесных пожаров с использованием добавок к воде // Пожарная безопасность. 2015. № 4. С. 46-50.

2. Копылов Н.П., Кузнецов А.Е., Карпов В.Н., Сушкина Е.Ю., Выбор добавок к воде при тушении лесных пожаров авиационным способом // Актуальные вопросы пожарной безопасности. 2019. № 1 (1). С. 9 – 13.

3. Лебедева В.В., Томилов М.К. Влияние антипиренов на повышение огнетушащей способности воды // Научный вестник НИИ «Респиратор», Донецк, 2024. № 2(61). С. 103-111

4. Патент на изобретение 2275951. Водный раствор для тушения пожаров URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2275951C1_20060510?ysclid=m1garz5atk668648825 (дата обращения: 21.09.2024)

УДК 355.588

А. А. Третьяков, А. А. Мельник, В.В. Папырин, А. А. Цой
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, НИИПИ

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ УГРОЗ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ И СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ СИЛ И СРЕДСТВ МЧС РОССИИ В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ

В статье проведен анализ возможных угроз возникновения чрезвычайных ситуаций и современного состояния сил и средств МЧС, дислоцированных в Арктической зоне Российской Федерации. Рассмотрены основные направления развития адаптированных к северным условиям эксплуатации современных образцов пожарной техники, спасательного инструмента, пожарно-спасательного оборудования, транспортных средств повышенной проходимости, беспилотных летательных аппаратов и снаряжения.

Ключевые слова: Арктическая зона, Арктика, чрезвычайные ситуации, аварийно-спасательные формирования, техногенные источники, система комплексной безопасности.

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

ANALYSIS OF POSSIBLE THREATS OF EMERGENCY SITUATIONS AND THE CURRENT STATE OF FORCES AND MEANS OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF RUSSIA IN THE ARCTIC REGION

© Третьяков А. А., Мельник А. А., Папырин В. В., Цой А. А., 2024

The article analyzes the possible threats of emergency situations and the current state of the forces and means of the Ministry of Emergency Situations stationed in the Arctic zone of the Russian Federation. The main directions of development of modern models of fire equipment adapted to the northern operating conditions, rescue tools, fire-rescue equipment, all-terrain vehicles, unmanned aerial vehicles and equipment are considered.

Key words: Arctic zone, Arctic, emergencies, emergency rescue formations, man-made sources, integrated security system.

Арктическая зона Российской Федерации (АЗРФ) занимает значительную часть территории страны: включает внутренние морские воды, территориальное море, исключительную экономическую зону, континентальный шельф России, и в XXI веке выделена в самостоятельный объект государственной политики России. Высокая концентрация в пределах данного макрорегиона геополитических, оборонных, экономических, экологических и научных интересов Российской Федерации (РФ) определяют особенности строительства здесь инновационной экономики. Поэтому, региональный фактор в современных экономических процессах в мире выходит на передний план [1]. Сегодня все ведущие страны мира проявляют повышенный интерес к Арктике как к источнику благополучного развития в XXI в. и миссией России в Арктике является формирование системы взглядов на перспективы развития Арктических регионов с учетом изменений векторов и перспективных ориентиров в политике, экономике и гуманитарных областях на фоне глобализации, интеграции и стремительного развития высоких технологий в современном обществе, переход арктических регионов на инновационные пути развития для обеспечения устойчивости и безопасности в контексте перспектив развития российского и мирового сообществ с учётом интересов государств, бизнеса и населения.

Современные подходы к развитию АЗРФ выдвигают новые требования к обеспечению безопасности населения и территорий этой зоны от возможных чрезвычайных ситуаций (ЧС).

Анализ рисков ЧС в этой зоне показывает, что здесь размещены объекты, которые могут стать источниками крупных ЧС как природного, так и техногенного характера. Риски возникновения ЧС здесь существенно увеличиваются в связи с тем, что развитие гидро- электроэнергетики, разведка и добыча нефти и газа, траление и бурение морского дна, строительство дорог и промышленное строительство осуществляются в экстремальных природных условиях Крайнего Севера, которые способствуют повышенному износу и аварийности технических систем [2]. При этом опыта разработки месторождений в суровых природно-климатических, гидрогеологических и ледовых условиях Арктики было недостаточно.

Сохраняются угрозы возникновения ландшафтных пожаров, пожаров технологического оборудования, жилых и административных зданий, транспортных аварий, аварий с выбросом токсических веществ, радиационных загрязнений и разливов нефтепродуктов, обрушений зданий и сооружений,

аварий на трубопроводах, коммунальных сетях, системах жизнеобеспечения и других ЧС [3]. Последние исследования специалистов Росгидромета свидетельствуют о значительном возрастании опасных гидрометеорологических явлений: ураганных ветров, смерчей, резких аномальных перепадов температур, весенне-летних половодий, сопровождаемых ледовыми заторами на реках Арктического региона, частых сочетаний двух и более опасных явлений (рис. 1).

Рис. 1. Техногенные источники чрезвычайных ситуаций в Арктике

Отмечают общую неустойчивость климатических условий и значительные отклонения от климатических норм. Оттаивание мерзлых грунтов ведет к росту числа техногенных ЧС из-за обрушения сооружений и повреждения коммуникаций. В среднем на территории региона происходит в год до 100 ЧС природного характера, а также природные пожары. Но в последние годы всё чаще фиксируются происшествия с любителями экстремальных видов развлечений. Это лыжные и вездеходные переходы, полёты на воздушных шарах, парашютные прыжки и плавания по Северному морскому пути (СМП). Следовательно, управление рисками рассматривается как наиболее перспективный путь совершенствования и интеграции всех направлений деятельности по защите населения и территорий от бедствий и катастроф в АЗРФ [4].

В настоящее время освоение Арктики является задачей государственной значимости, и вопросам безопасности при ее решении также должно придаваться первостепенное значение. МЧС России со своей стороны прилагает все усилия для того, чтобы минимизировать риски возникновения ЧС и их последствий, и в дальнейшем эта деятельность будет только расширяться. 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. Она обеспечивается группировкой сил и средств Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) а также аварийно-спасательными формированиями (АСФ) крупнейших компаний, работающих в Арктике [5]. Общая группировка РСЧС в Арктике превышает 35 тыс. человек, на их вооружении — около 5 тыс. единиц техники, включая плавсредства и беспилотные аппараты. Это в основном федеральные, субъектовые и ведомственные подразделения пожарной охраны, сосредоточенные в крупных городах и населенных пунктах. Спасательная составляющая, как правило, представлена частными аварийно-спасательными формированиями. Управление системой безопасности осуществляется Национальным центром управления в кризисных ситуациях, региональными и субъектовыми центрами управления в кризисных ситуациях.

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. Арктические комплексные аварийно-спасательные центры (АКАСЦ) составляют основу системы комплексной безопасности для защиты населения, территорий и критически важных для национальной безопасности объектов АЗРФ от угроз ЧС природного и техногенного характер [6].

Точки МЧС уже есть в Дудинке, Мурманске, Архангельске, Нарьян-Маре, Воркуте, Надыме, Тикси, Провидения, Анадыре, Певеке. Также, эффективно функционирует Арктический спасательный учебно-научный центр «Вытегра». Центры предназначены для мониторинга оперативной обстановки, предупреждения чрезвычайных ситуаций и повышения уровня безопасности жителей в труднодоступных районах Российской Арктики. Численность группировки сил и средств РСЧС по прикрытию Арктической зоны Российской Федерации достигает более 18 тысяч человек и 1845 единиц техники, из них силы и средства МЧС России составляют свыше 7 тысяч человек и 597 единиц техники. По решению руководства ведомства он станет пилотным проектом.

Параллельно прорабатываются планы по сооружению еще спасцентров. Так, аварийно-спасательная инфраструктура МЧС в Арктической зоне может разместиться на существующих объектах газодобывающего кластера в поселке Сабетта Ямало-Ненецкого автономного округа, а также в районе Бухты Север в 40 км южнее поселка Диксон Красноярского края, в районе реализации проекта «Восток Ойл». Их актуальность для российской Арктики обусловлена ростом реализуемых инфраструктурных проектов, увеличением грузопотока по Северному морскому пути. Кроме того, развитие прибрежных территорий создает дополнительную антропогенную нагрузку на регион. В их состав предлагается всклочить подразделения центров управления в кризисных

ситуациях территориальных органов ведомства, арктические поисково-спасательные подразделения и авиационные звенья МЧС России.

Сеть спасательных центров обеспечит прикрытие Северного морского пути (СМП) [7], а также критически важных объектов инфраструктуры в Арктической зоне профессиональными АСФ, усиленными звеньями арктической авиации МЧС России. Таким образом, дальнейшее развитие существующих АКАСЦ и создание новых позволит решить значительный спектр задач обеспечения безопасности в области защиты населения и территории от ЧС в Арктической регионе, выполнять задачи, определенные документами стратегического планирования РФ и станут основой мобильной группировки в Арктике.

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. Для сокращения времени реагирования на чрезвычайные ситуации ведомство прорабатывает вопрос поэтапного создания авиазвеньев в Арктической зоне [8]. Определены семь мест дислокации для арктической авиационной группировки МЧС России.

В рамках научных исследований МЧС России ведет полномасштабную работу по разработке и внедрению адаптированных к суровым арктическим условиям современных образцов спасательного инструмента, пожарно-спасательного оборудования, транспортных средств повышенной проходимости, беспилотных летательных аппаратов и снаряжения [9], так как их эксплуатация и использование в условиях низких температур имеет свои особенности, и их недооценка нередко приводит к тяжелым последствиям, которые связаны со значительным материальным ущербом.

К примеру, при низких отрицательных температурах воздуха усложняется пуск двигателей внутреннего сгорания автотранспортных средств, особенно дизельных, ухудшаются условия смазки трущихся поверхностей, следовательно, снижаются и тяговые качества, повышается расход топлива. При нарушении правил зимней эксплуатации, а также при наличии отдельных неполадок и неисправностей, происходит осмоление деталей дизеля при продолжительной работе на пониженном тепловом режиме, прекращение подачи топлива при образовании ледяных пробок и отложений парафина в топливопроводах и фильтрах, загустевание электролита вследствие уменьшения емкости аккумуляторной батареи [10, 11]. Следовательно, разработка новых образцов спецтранспорта для МЧС очень актуальна. Дело в том, что сегодня имеется немало хороших моделей вездеходов для гражданского использования. Однако не все из них могут себя проявить в полную силу в арктических условиях. Поэтому во многом Заполярье — это тестовый регион для перспективы технологий — от одежды до сложных механических устройств (рис. 2).

Рис. 2. Колесные снегоходы на испытаниях в Арктике

Таким образом, опыт построения системы комплексной безопасности, в основу которой положено создание и функционирование АКАСЦ, внедрение адаптированных к суровым арктическим условиям современных образцов спасательного инструмента, пожарно-спасательного оборудования, автотранспортных средств, беспилотных летательных аппаратов и снаряжения подтверждает правильность выбранной стратегии и способствует дальнейшему укреплению этой системы. Обоснованное научно-методическое обеспечение защитных мероприятий от чрезвычайных опасностей в АЗРФ, осуществляемое в МЧС России, с участием других министерств и ведомств, будет способствовать успешному освоению крайнего Севера РФ.

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. Руднев Е.В. Оценка природных и техногенных опасностей в Арктическом регионе Российской Федерации // Научно-исследовательские публикации. – 2023. – № 4/2023. – С. 100 – 102.

3. Махутов Н. А., Лебедев М. П., Гаденин М. М., Большаков А. М. Научные основы анализа и снижения рисков чрезвычайных ситуаций в районах Сибири и Севера // Арктика: экология и экономика. – 2013. – № 4 (12). – С. 4 –15.

4. 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.

5. Мельник А.А. и др. Существующий облик развития аварийно-спасательных формирований в Арктическом регионе // Научные теории и разработки в условиях глобальных перемен: пределы и возможности: материалы XI Международной научно-практической конференции. – Рязань, 2023. – С. 231 – 234.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

9. Третьяков А.А. Перспективы развития пожарной техники, применяемой для ведения пожарно-спасательных операций и разведки в условиях повышенной опасности и в ограниченном пространстве // Научно-исследовательские публикации. – 2023. – № 3/2023. – С. 82 – 84.

10. Каблов Е. Н. и др. Климатические испытания материалов, элементов конструкций техники и оборудования в условиях экстремально низких температур // Труды VI Евразийского симпозиума по прочности материалов и машин для регионов холодного климата. – Якутск: Ахсаан, 2013. – С. 5–13.

11. Турсенев С.А. и др. Перспективы испытаний и внедрения специальных транспортных средств для аварийно-спасательных подразделений МЧС России в условиях Арктики // Совершенствование науки и образования в области естественных и технических исследований: материалы XXXVI Всероссийской научно-практической конференции. – Ставрополь, 2023. – С. 262 – 264.

УДК 614:84

М. Н. Тухбатулин, Н. М. Барбин
Уральский институт ГПС МЧС России

СОВРЕМЕННЫЕ ОГНЕЗАЩИТНЫЕ КРАСКИ НА ВОДНОЙ ОСНОВЕ ДЛЯ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Огнезащитные покрытия являются одним из способов обеспечения пассивной огнезащиты металлических конструкций. В случае пожара, когда температура окружающей среды превышает 1000 °С, огнезащитные покрытия предотвращают

© Тухбатулин М. Н., Барбин Н. М., 2024

повышение температуры металлических конструкций до 500 °С, тем самым сохраняя ее целостность в течение 1–3 часов. Это дает достаточно времени для эвакуации людей и имущества.

Ключевые слова: пожар, огнестойкость, огнезащита, конструкции из металла, огнезащитные покрытия, вспучивающиеся покрытие.

M. N. Tukhbatulin, N. M. Barbin

MODERN WATER-BASED FLAME RETARDANT PAINTS FOR THE PROTECTION OF METAL STRUCTURES

Flame-retardant coatings are one of the ways to ensure passive fire protection of metal structures. In case of fire, when the ambient temperature exceeds 1000 °C, fire-resistant coatings prevent the temperature of metal structures from rising to 500 °C, thereby preserving its integrity for 1–3 hours. This gives enough time for the evacuation of people and property.

Keywords: fire, fire resistance, fire protection, metal structures, fire-resistant coatings, intumescent coating.

Пожар представляет собой серьезную угрозу жизни и имуществу людей [0, 0, 0]. По статистике доля пожаров за последние года увеличивается. Для уменьшения последствий пожара используются различные активные и пассивные методы противопожарной защиты, а новые методы постоянно исследуются.

Проведение специальных пожарно-профилактических мероприятий является неотъемлемой частью обеспечения пожарной безопасности зданий. Одной из важных составляющих таких мероприятий является огнезащита строительных конструкций. Она позволяет повысить огнестойкость зданий и сооружений, снизить риск возникновения пожара и распространения огня, а также обеспечить безопасность жизнедеятельности людей [0].

В настоящее время используются различные методы огнезащиты. Среди методов огнезащиты металлических конструкций выделяют две группы: сухой способ и влажный способ.

Огнезащитные покрытия относятся к влажному способу защиты, и они являются одним из способов обеспечения пассивной огнезащиты металлических конструкций [8]. При воздействии огня они образуют толстый углеродистый полукокс, который действует как тепловой барьер, предотвращающий передачу тепла от огня к защищаемой конструкции. В случае пожара, когда температура окружающей среды превышает 1000 °С, огнезащитные покрытия предотвращают повышение температуры металлических конструкций до 500 °С, тем самым сохраняя ее целостность в течение 1–3 часов. Это дает достаточно времени для эвакуации людей и имущества [7].

Традиционные вспучивающиеся покрытия основаны на трех основных ингредиентах: источнике кислоты (полифосфате аммония), источнике углерода (пентаэритрите) и вспенивающем веществе (меламине), вместе со связующим веществом [6].

Характеристики покрытия зависят от образования термически эффективного защитного слоя, который изолирует подложку от огня. Составы вспучивающихся покрытий на основе систем APP-PER-MEL получили наибольшее распространение из-за их хорошего вспучивания и способности к обугливанию [0].

Неорганические наполнители известны своей огнестойкостью. Они действуют путем эндотермического разложения, выделяя воду и инертные газы, гася тепловую зону. Огнезащитные наполнители также влияют на физические и химические свойства вспучивающихся покрытий.

Водные огнезащитные покрытия, используемые на металлических структурах, служат для предотвращения нагрева и воспламенения металла. Они отличаются высокой степенью защиты от огня и находят широкое применение в улучшении условий пожарной безопасности на объектах промышленного и коммерческого назначения. Одним из основных преимуществ огнезащитных покрытий на водной основе является их экологическая безопасность [0]. Огнезащитные покрытия на водной основе обладают высокой адгезией к поверхности металла, что обеспечивает надежную защиту от нагрева и возгорания.

С целью оценки работы огнестойкого покрытия, были проведены анализ и сравнение различных видов водорастворимых огнезащитных красок, предназначенных для защиты металлических конструкций. В качестве объектов исследования были выбраны огнезащитные водорастворимые краски следующих наименований Титан-ТМ, Титан-М, Тексотерм, ГЕФЕСТ ОСМ-1, Pirex-Metal Plus и NEO ВД-АК-502ОВ. Анализ и сравнение красок различных производителей проводилось по следующим показателям: степень перетира, кажущаяся вязкость состава, плотность, расход для покрытия толщиной 1 мм, адгезия покрытия, время высыхания, температуре нанесения и эксплуатации, а также сроке службы.

Наименьшая степень перетира у краски Титан-М, краски Титан-ТМ, Текстотерм и NEO ВД-АК-502ОВ имеют одинаковую степень перетира. Наибольшей вязкостью обладает краска Титан-ТМ, на втором месте NEO ВД-АК-502ОВ и PIREX-METAL Plus®, на третьем месте – Титан-М и Гефест, на последнем месте – Текстотерм. Наибольшая плотность покрытия у краски «Текстотерм», NEO ВД-АК-502ОВ и PIREX-METAL Plus, то есть имеет лучшую укрывистость, что позволяет сэкономить время и материалы при окрашивании поверхности. Наименьшей плотностью покрытия обладает краска Титант-ТМ.

Представленные огнезащитные краски на водной основе для металлических конструкций в целом обладают одинаковыми характеристиками. Так как в данном исследовании не проводилось исследование по эксплуатации данных покрытий в экстремальных условиях говорить о более эффективном средстве из проанализированных является затруднительным. Для более точной оценки эффективности необходимо проведение дополнительных исследований.

Однако, мы хотим отметить, что огнезащитные покрытия на водной основе являются эффективным и безопасным решением для защиты металлических конструкций от возгорания. Они позволяют увеличить пожарную безопасность и снизить риск повреждения металла при пожарной ситуации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азаркин, Н.М. Об огнезащите строительных конструкций / Н.М. Азаркин // Строительные материалы и конструкции. 2009. – №1. – С. 18-20.

2. Анализ обстановки с пожарами и их последствиями на территории Российской Федерации за 12 месяцев 2022 г. – Москва : МЧС России, 2023. – 17 с.

3. Анализ обстановки с пожарами и их последствиями на территории Российской Федерации за 6 месяцев 2023 г. – Москва : МЧС России, 2023. – 17 с.

4. Анализ обстановки с пожарами и их последствиями на территории Российской Федерации за 6 месяцев 2024 г. – Москва : МЧС России, 2024. – 15 с.

5. Артеменко, А.В. Определение и оценка экономического ущерба от пожара зданий и сооружений / А.В. Артеменко, Р.Г. Абакумов // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2018. – №7 (33). – с.24-29.

6. Зыбина, О.А. Теоретические принципы и технология огнезащитных вспучивающихся материалов : автореферат дис. ... доктора технических наук : 05.17.06 / Зыбина Ольга Александровна; [Место защиты: С.-Петерб. гос. ин-т кино и телевидения]. - Санкт-Петербург, 2015. - 40 с.

7. Кузнецова И.С., Гравит М.В., Зимин С.С., Сердобинцев Р.М. Нормирование огнестойкости и идентификация строительных конструкций // Пожары и ЧС. 2019. – №4. . – с. 28-38.

8. Постановление Правительства РФ от 16 сентября 2020 г. N 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации».

УДК 614.84

Е. Ю. Удавцова, О. В. Стрельцов, Е. В. Бобринев, А. А. Кондашов, Т. А. Шавырина
ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России»

ДИНАМИКА КОЛИЧЕСТВА ПОЖАРОВ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЧИНАМ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ С 2019 ПО 2023 ГГ.

Проведен анализ динамики пожаров и их последствий на производственных объектах, охраняемых объектовыми подразделениями пожарной охраны за 2019–2023 гг. Чаще всего пожары происходят по причинам, связанными с технологическими процессами на производстве.

Ключевые слова: производственные объекты, технологические процессы, погибшие, травмированные

E. Yu. Udavtsova, O. V. Streltsov, E. V. Bobrinev, A. A. Kondashov, T. A. Shavyrina

THE DYNAMICS OF THE NUMBER OF FIRES DUE TO TECHNOLOGICAL REASONS AT PRODUCTION FACILITIES FROM 2019 TO 2023

The analysis of the dynamics of fires and their consequences at production facilities protected by fire protection units for 2019–2023 was carried out. The trend towards an increase in the average number of people injured (dead plus injured) in fires per 100 fires is shown.

Key words: production facilities, technological processes, dead, injured

В литературе широко обсуждаются основные методологические подходы в области управления пожарной безопасностью технологических процессов и разработке рекомендаций по выбору оптимальных методов управления [1–4].

В 2018 году в Порядок учета пожаров и их последствий приказом МЧС России № 431 от 08.10.2018 г. внесены изменения, в соответствии с которыми все загорания (ранее не относящиеся к пожарам) стали относить к пожарам [5].

В настоящей работе проведено изучение динамики пожаров и их последствий, возникших по технологическим причинам на производственных объектах в Российской Федерации за период 2019–2023 гг.

Для анализа использована статистическая информация [6]. Аппроксимация данных проводилась методом наименьших квадратов.

© Удавцова Е. Ю., Стрельцов О. В., Бобринев Е. В., Кондашов А. А., Шавырина Т. А., 2024

На рис. 1 приведена динамика количества пожаров по технологическим причинам на производственных объектах с 2019 по 2023 гг.

Методом наименьших квадратов выполнена аппроксимация данной зависимости степенной функцией (коэффициент детерминации равен 4 %). То есть не наблюдается никаких тенденций как к снижению, так и к увеличению рассматриваемого показателя. Наблюдаются его значительные колебания вокруг среднего параметра в 298 пожаров в год.

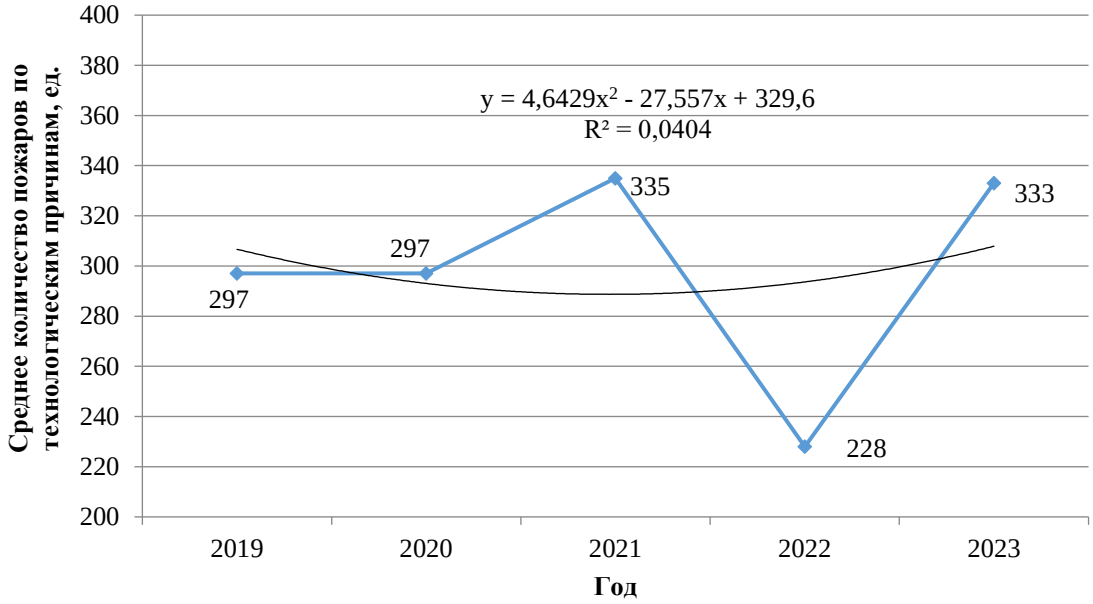


Рис. 1. Динамика количества пожаров по технологическим причинам на производственных объектах с 2019 по 2023 гг.

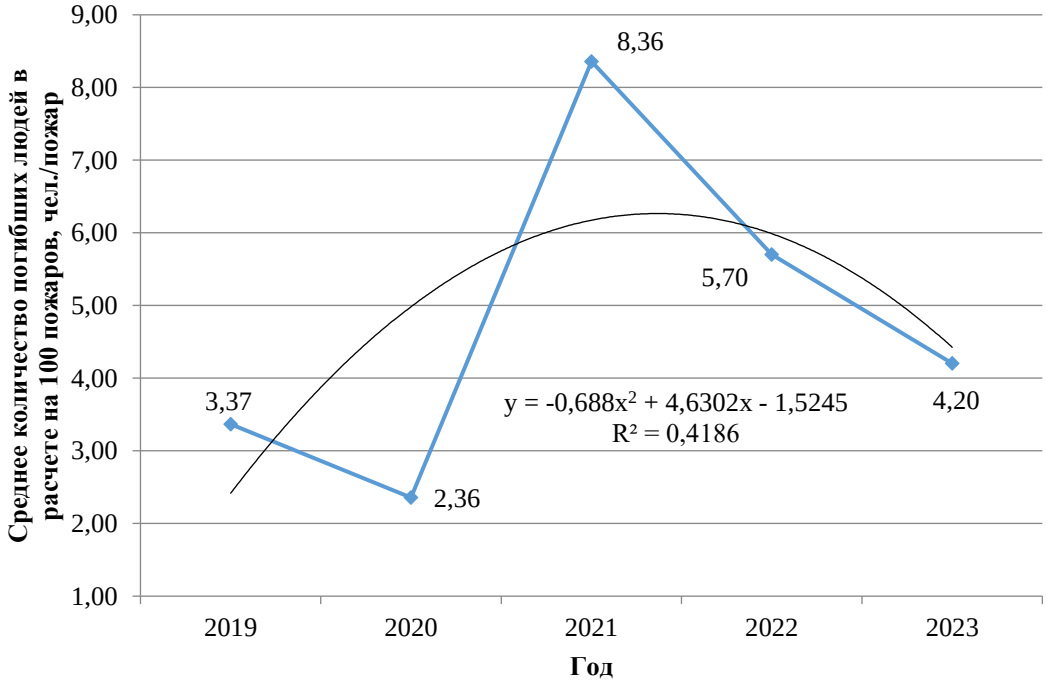


Рис. 2. Динамика среднего количества погибших при пожарах людей в расчете на 100 пожаров по технологическим причинам на производственных объектах с 2019 по 2023 гг.

На рис. 2 представлена динамика среднего количества погибших при пожарах людей в расчете на 100 пожаров по технологическим причинам на производственных объектах с 2019 по 2023 гг.

Коэффициент детерминации равен 42 %. В полученной зависимости не наблюдается никаких тенденций как к снижению, так и к увеличению рассматриваемого показателя. Наблюдаются его значительные колебания вокруг среднего параметра в 5 человек, погибших при 100 пожаров по технологическим причинам на производственных объектах в год. Следует отметить, что в среднем в Российской Федерации по всем пожарам за 2019–2023 годы погибло 2 человека в расчете на 100 пожаров.

На рис. 3 представлена динамика среднего количества пострадавших (погибших плюс травмированных) при пожарах людей в расчете на 100 пожаров по технологическим причинам на производственных объектах с 2019 по 2023 гг.

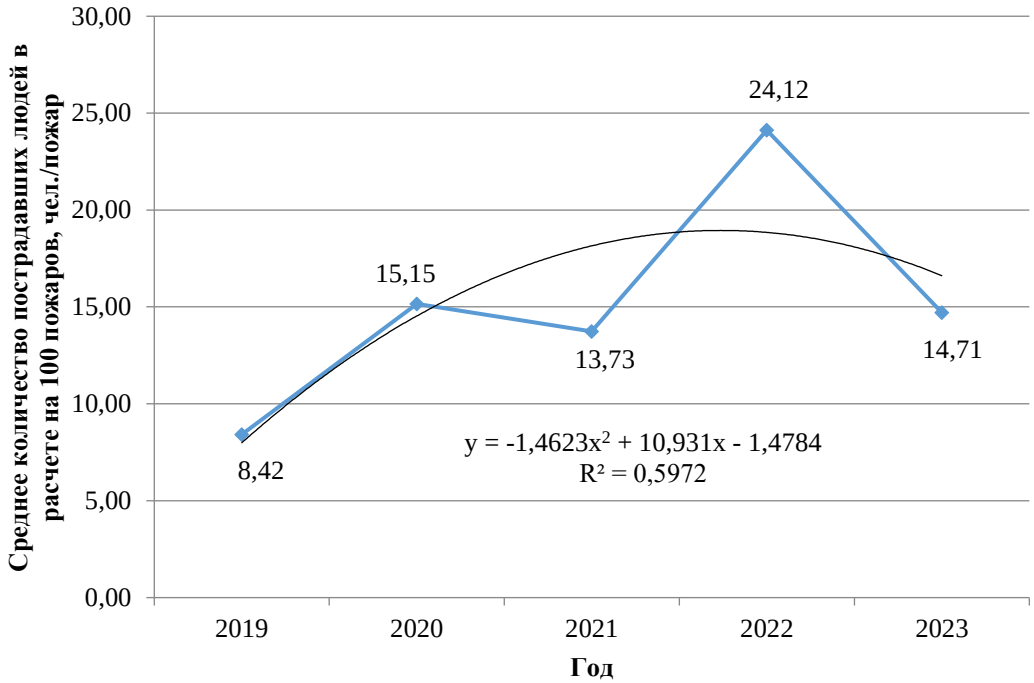


Рис. 3. Динамика среднего количества пострадавших (погибших плюс травмированных) при пожарах людей в расчете на 100 пожаров по технологическим причинам на производственных объектах с 2019 по 2023 гг.

Коэффициент детерминации равен 60 %. В полученной зависимости наблюдается тенденция к увеличению рассматриваемого показателя. Наблюдаются его значительные колебания вокруг среднего параметра в 15 человек, пострадавших при 100 пожаров по технологическим причинам на производственных объектах в год. Следует отметить, что в среднем в Российской Федерации по всем пожарам за 2019-2023 годы пострадало 4 человека в расчете на 100 пожаров.

На рис. 4 представлена динамика показателя «отношение количества погибших людей к количеству пострадавших (погибших плюс травмированных)». Данный показатель оценивает вероятность выживания людей, попавших под воздействие опасных факторов пожара [7].

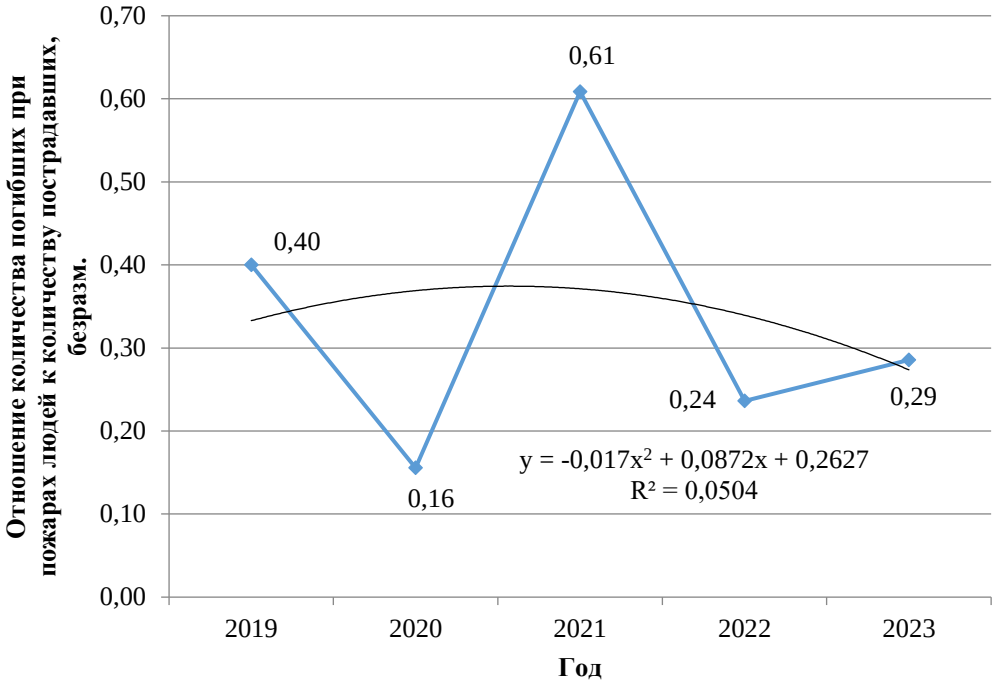


Рис. 4. Динамика отношения количества погибших людей к количеству пострадавших при пожарах по технологическим причинам людей с 2019 по 2023 гг.

Коэффициент детерминации равен 5 %. В полученной зависимости не наблюдается никаких тенденций как к снижению, так и к увеличению рассматриваемого показателя. Наблюдаются его значительные колебания вокруг среднего параметра в 0,34.

Таким образом, показано, что производственно-технологические процессы, характеризующиеся наличием различных веществ и материалов по группам горючести, температурными режимами их обработки и переработки, технологическими источниками зажигания, является более потенциально пожароопасным, чем в среднем объекты защиты в Российской Федерации. Уровень пожарной опасности этих процессов может повышаться из-за вероятности появления в производственных условиях ошибочных действий персонала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гвоздев, Е. В. Об эффективности управления системой обеспечения пожарной безопасности на предприятии // Технологии техносферной безопасности : интернет-журнал. – 2014. – № 3(55). – С. 25.

2. Рашоян, И. И. Особенности обеспечения пожарной безопасности технологических процессов с точки зрения управления персоналом / И. И. Рашоян, А. С. Аюков // Символ науки: междунар. науч. журнал. – 2017. – № 3. – С. 114–117.

3. Шмырева, М. Б. Особенности управления пожарной безопасности технологических процессов / М. Б. Шмырева // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2014. – № 1(5). – С. 186–188.

4. Маштаков, В. А. Изучение динамики пожаров и их последствий, возникших по технологическим причинам / В. А. Маштаков, Е. Ю. Удавцова, Е. В. Бобринев [и др.] // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. – 2022. – № 2(12). – С. 170-174.

5. О внесении изменений в Порядок учета пожаров и их последствий, утвержденный приказом МЧС России № 714 от 21 ноября 2008 г. [Электронный ресурс]: Приказ МЧС России № 431 от 8 октября 2018 г. // Официальный интернет-портал правовой информации: сайт. – Электрон. дан. – [б. м.]. – Режим доступа: // http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201812130004?index=2&rangeSize=1

6. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: информ.- аналитич. сб. П 46 Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. 110 с.

7. Харин, В. В. Оценка уровня пожарной опасности эксплуатируемых зданий (сооружений) с учетом класса функциональной пожарной опасности за 2017–2020 годы / В. В. Харин, Е. В. Бобринев, А. А. Кондашов [и др.] // Безопасность техногенных и природных систем. – 2022. – № 2. – С. 43-48. – DOI 10.23947/2541-9129-2022-2-43-48.

УДК 614.8.01

С. В. Усолкин, С. А. Пехотиков, Н. А. Хорошилов, А. С. Лещёв
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ПРИ ПОЖАРЕ

В работе рассмотрены проблемы обеспечения пожарной безопасности маломобильных групп населения, возникающие в ходе реализации программы «Доступная среда» и развития нормирования в области обеспечения пожарной безопасности МГН.

Ключевые слова: пожарная безопасность, маломобильные группы населения, программа «Доступная среда», эвакуация.

© Усолкин С. В., Пехотиков С. А., Хорошилов Н. А., Лещёв А. С., 2024

S. V. Usolkin, S. A. Pekhotikov, N. A. Khoroshilov, A. S. Leshchev

FEATURES OF ENSURING THE SAFETY OF PEOPLE WITH DISABILITIES IN CASE OF FIRE

The paper provides a brief analysis of the impact of the state program «Accessible Environment» on regulatory documents, as well as on methods and instructions for fire prevention training for the disabled. The problems of ensuring fire safety of disabled people arising during the implementation of this program are also considered.

Keywords: fire safety, people with disabilities, low mobility groups of the population, the program «Accessible environment», evacuation.

13 декабря 2006 года Генеральной Ассамблеей ООН была принята конвенция о правах инвалидов, цель которой заключалась в том, чтобы гарантировать людям с ограниченными возможностями те же права и возможности, что и у остальной части человечества. Российская Федерация присоединилась к конвенции ООН «О правах инвалидов» в 2008 году и ратифицировала данную конвенцию в мае 2012 года [1]. Благодаря ратификации данной конвенции, в России была разработана государственная программа «Доступная среда», призванная облегчить жизнь людей с ограниченными возможностями и способствовать их интеграции в общество. Результатом программы стало упрощение возможности доступа к получению различных услуг маломобильным группам населения и лицам с ограниченными возможностями, а также упрощение перемещения в городах.

Также программа дала старт развития нормирования, учитывающего её реализацию.

Так, были вновь приняты или изменены нормативные правовые акты и нормативные документы, регламентирующие, в том числе реализацию данной программы. К таким документам можно отнести:

- СП 59.13330.2020 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения» [2] — свод правил, на основе которых выполняется оснащение помещений и прилегающей к организации территории.
- Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
- Федеральный закон от 30 декабря 2009 № 384 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». Содержит перечень правил, необходимых для создания безопасной городской среды для инвалидов.
- Федеральные законы Российской Федерации в области безбарьерной среды:
- Конвенция о правах инвалидов (ООН) от 13 декабря 2006, подписанную Россией в 2008 году и ратифицированную 03.05.2012.

- Федеральный закон от 24 ноября 1995 № 181-ФЗ «О социальной защите инвалидов в РФ». Главный закон, содержащий нормы и требования к социальным объектам. Он предусматривает вид и порядок действий, которые нужно осуществить в рамках реализации программы.

- Федеральный закон от 01 декабря 2014 № 419-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам социальной защиты инвалидов в связи с ратификацией Конвенции о правах инвалидов».

- Постановление Правительства РФ от 29 марта 2019 № 363 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Доступная Среда»».

Также, реализация положений данной программы нашла отражение и в нормативных документах по пожарной безопасности, так в свод правил СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы» [3] был включен раздел 9, предъявляющий требования к устройству пожаробезопасных зон и проектированию путей эвакуации для МГН.

При развитии программы «Доступная среда», в связи с упрощением возможности доступа МГН к получению различных услуг, а также их перемещением в городах, появилась необходимость доработки и создания новых инструкций и методик по работе и обслуживанию маломобильных групп населения и лиц с ограниченными возможностями.

К таким инструкциям и методикам относятся:

- Инструкция по обслуживанию инвалидов и других маломобильных граждан при посещении образовательного учреждения [4];

- Методические рекомендации «Правила поведения людей с инвалидностью в условиях чрезвычайных ситуаций техногенного характера» [5];

- Учебно-методическое пособие «Доступная среда для инвалидов: современные подходы и решения» [6];

- Правила пожарной безопасности для граждан с ограниченными возможностями здоровья [11].

В данных инструкциях и методических пособиях указаны требования и правила действий при пожарах как обслуживающего персонала, так и маломобильных групп населения. Несмотря на то, что данные инструкции и методики в целом учитывают современные подходы к проектированию зданий, в них не в полной мере отображена информация о применении пожаробезопасных зон. Так, в частности, о том, что маломобильные группы населения могут использовать их в случае отсутствия возможности эвакуироваться из здания во время пожара.

Инструктирование маломобильных групп населения является важным аспектом обеспечения пожарной безопасности. Инструктирование должно производится специалистами, прошедшими обучение и имеющими соответствующие сертификаты. Также, помимо специалистов,

инструктирование маломобильных групп населения входит в обязанности органов местного самоуправления в области пожарной безопасности, а также работодателей. Порядок проведения, определение видов инструктажей, сроков обучения лиц, осуществляющих трудовую или служебную деятельность в организациях, по программам противопожарного инструктажа регламентированы в Приказе МЧС России от 18 ноября 2021 г. № 806 «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» [8]. Обязанности органов местного самоуправления по инструктировании населения регламентировано в статье 19 Федерального закона от 21 декабря 1994 №69-ФЗ «О пожарной безопасности» [9].

При этом, количество и качество информирования инвалидов имеет огромное значение. Так, согласно результатам опроса инвалидов опубликованным в статье В. В. Холщевникова, Д. А. Самошина, Р. Н. Истратова «Исследование проблем обеспечения пожарной безопасности людей с нарушением зрения, слуха и опорно-двигательного аппарата» [10]: «Доля людей с нарушением слуха, которые хоть раз в жизни участвовали в учениях по пожарной безопасности – менее 25 %. Еще более удручающая ситуация складывается для людей с поражением опорно-двигательного аппарата: менее 5 % из их числа принимали участие в учениях. Свыше 65 % инвалидов этих категорий указали на необходимость дополнительного противопожарного обучения.

Недостатки противопожарной подготовки очень четко просматриваются из ответов опрошенных инвалидов на вопрос об их предполагаемых действиях при пожаре: «Не знаю», «Не задумывался». Очень характерен ответ «Растеряюсь» и «Буду ждать помощи».

Вместе с этим, важное значение имеет обустройство объектов защиты.

Специалистами ФГБУ ВНИИПО МЧС России был проведен анализ торговых центров Москвы и Московской области, в частности, были рассмотрены планы эвакуации на наличие в них информации о размещении пожаробезопасных зон и маршрутах следования к ним. По результатам анализа было выявлено, несмотря на наличие в торговых центрах пожаробезопасных зон, в большей части из них, отсутствует указание на планах эвакуации их расположения и путей движения к ним, а также рядом с такими зонами не предусмотрены информационные знаки.

На основании изложенного, несмотря на то, что в области нормирования проводится довольно большая работа по разработке и совершенствованию требований к доступности и безопасности МГН на различных объектах наблюдаются проблемы с уровнем информирования МГН о порядке и местах эвакуации, так данная информация недостаточно отображается в методиках и

инструкциях для МГН по посещению различных объектов, а также планах эвакуации людей при пожаре.

Таким образом, считаем целесообразным при дальнейшей реализации программ по доступности зданий и сооружений для МГН сделать больший упор на проработку методик и инструкций по обучению и информированию МГН по действиям в случае пожара, в части их актуализации в соответствии с новыми современными требованиями нормативных документов в области пожарной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О ратификации Конвенции о правах инвалидов / Федеральный закон от 3.05.2012 г. №46-ФЗ;

2. СП 59.13330.2020 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»;

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

4. Инструкция по обслуживанию инвалидов и других маломобильных граждан при посещении образовательного учреждения;

6. Методические рекомендации «Правила поведения людей с инвалидностью в условиях чрезвычайных ситуаций техногенного характера»;

7. Учебно-методическое пособие «Доступная среда для инвалидов: современные подходы и решения»;

8. Приказ МЧС России от 18 ноября 2021 г. №806 «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»;

9. Федеральный закон от 21 декабря 1994 №69-ФЗ «О пожарной безопасности»;

10. В.В. Холщевников, Д.А. Самошин, Р.Н. Истратов «Исследование проблем обеспечения пожарной безопасности людей с нарушением зрения, слуха и опорно-двигательного аппарата». // Научный журнал «Пожаровзрывобезопасность». – 2013. – Т. 22. №3. – С. 48-55. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-problem-obespecheniya-pozharnoy-bezopasnosti-lyudey-s-narusheniem-zreniya-sluha-i-oporno-dvigatelnogo-apparata;

11. Правила пожарной безопасности для граждан с ограниченными возможностями здоровья [Электронный ресурс] // Сайт «Организации социального обслуживания населения» URL: https://sobes.tatarstan.ru/pravila-pozharnoy-bezopasnosti-dlya-grazhdan-s.htm;

12. Костромина Е. И., Занина И. А., Молев М. Д. Обеспечение пожарной безопасности лиц с ограниченными возможностями // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 15. – С. 1411–1415. – URL: http://e-koncept.ru/2016/96200.htm.

УДК 61.614.849

В. В. Фабер
Санкт-Петербургское ГКУ ДПО «Учебно-методический центр по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям», курсы гражданской обороны Центрального района

О ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВАХ РАБОТЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ОРГАНИЗАЦИЯХ И ОБ ОТДЕЛЬНЫХ ПРОБЛЕМАХ, СВЯЗАННЫХ С ЕЕ ПРАКТИЧЕСКИМ ПРОВЕДЕНИЕМ

Статья посвящена рассмотрению теоретического обоснования существующего нормативного обеспечения пожарной безопасности в Российской Федерации, а так же некоторым проблемам правоприменительной практики в данной сфере. В статье рассмотрены технические аспекты пожарно-профилактической работы, приведены основные задачи, стоящие перед должностными лицами организаций и предприятий в области предотвращения пожаров и снижения ущерба от них, а также изложены рекомендации по разработке соответствующих локальных организационно-распорядительных документов противопожарной тематики.

Ключевые слова: пожарная безопасность, противопожарный режим, ответственность.

V. V. Faber

ON THE THEORETICAL FOUNDATIONS OF WORK ON FIRE SAFETY IN ORGANIZATIONS AND ON INDIVIDUAL PROBLEMS RELATED TO ITS PRACTICAL IMPLEMENTATION

The article is devoted to the consideration of the theoretical justification of the existing regulatory provision of fire safety in the Russian Federation, as well as some problems of law enforcement practice in this area. The article discusses the technical aspects of fire prevention work, presents the main tasks facing officials of organizations and enterprises in the field of fire prevention and damage reduction from them, as well as provides recommendations for the development of appropriate local organizational and administrative documents on fire protection topics.

Key words: fire safety, fire regime, responsibility.

По данным Департамента надзорной деятельности и профилактической работы МЧС России, в течение 2023 года пожарно-спасательные подразделения реагировали на более чем 350 тыс. пожаров, в которых погибло порядка 7,2 тыс. человек, более 26 тыс. — спасены. По сравнению с 2022 годом, как отмечают в МЧС, число пожаров снизилось на 1,5 %, а гибель в огне — на 2 %. Наибольшее количество пожаров на объектах экономики страны ежегодно

© Фабер В. В., 2024

происходит в зданиях производственного назначения; в зданиях, сооружениях, помещениях предприятий торговли; в зданиях, помещениях сервисного обслуживания населения; в складских и административных зданиях. Объединим условно вышеуказанные группы поднадзорных объектов под определением «Объекты экономики».

В 2021 году вступили в действие изменения в законодательстве в области пожарной безопасности, определенные федеральным законом от 31 июля 2020 г. № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в РФ» [6]. Тогда была отменена практика сплошных проверок и введен «умный контроль», то есть все объекты были распределены по категориям риска. Для каждого из них индивидуально установили периодичность надзорных мероприятий в сфере пожарной безопасности. Тем не менее, практика показала, что профилактика пожаров на объектах экономики исключительно силами надзорных органов — явно недостаточная мера. Необходима планомерная и систематическая работа как самих собственников организаций и предприятий, так и возглавляющих их должностных лиц (для краткости будем их в дальнейшем называть «руководители»), и действующее законодательство в области обеспечения пожарной безопасности детально регламентирует эту работу.

Любая работа может дать положительный результат только в том случае, если она проводится осмысленно, с пониманием тех или иных теоретических основ, на которых базируются основные практические мероприятия. Работа по обеспечению пожарной безопасности — не исключение. Тем более, что в ее основе лежит хорошо проработанный теоретический фундамент.

Цель настоящей статьи — раскрыть проблемы, стоящие перед собственниками, руководителями и должностными лицами объектов в свете предъявляемых действующим законодательством требований и рассмотреть практические пути решения этих проблем.

Теоретические и законодательные основы обеспечения пожарной безопасности

Федеральный закон «О пожарной безопасности» от 21.12.1994 № 69-ФЗ [1] определяет обязанности руководителя в области пожарной безопасности. Так, первой обязанностью руководителей организаций является соблюдение требований пожарной безопасности на объекте.

В статье 5 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [2] закреплено, что каждый объект защиты должен иметь систему обеспечения пожарной безопасности, целью создания которой является предотвращение пожара, обеспечение безопасности людей и защита имущества при пожаре. Сама система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты включает в себя: систему предотвращения пожара, систему противопожарной защиты, комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

Для возникновения пожара нужны три фактора: горючее, окислитель и источник тепла (зажигания). Горючее совместно с окислителем часто называют термином «горючая среда». Исключение из перечня хотя бы одного фактора делает процесс горения невозможным. Это явление носит условное наименование «пожарный треугольник» — понятие, известное всем специалистам, работающим в области обеспечения пожарной безопасности. Практически все противопожарные мероприятия нацелены на то, чтобы исключить на объекте с помощью практических мер одну из сторон «пожарного треугольника».

Действующая нормативная база в области пожарной безопасности содержит алгоритмы решения данной проблемы. Так, в соответствии с «Техническим регламентом о требованиях пожарной безопасности», задачей системы предотвращения пожаров является исключение условий возникновения пожаров, что достигается путем устранения условий образования горючей среды и (или) исключением условий образования в горючей среде (или внесения в нее) источников зажигания.

«Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» предлагает несколько способов для исключения условий образования горючей среды, например — применение негорючих веществ и материалов, ограничение массы горючих веществ и материалов; изоляция горючей среды от источников зажигания; установка пожароопасного оборудования в отдельных помещениях или на открытых площадках, и ряд других мер.

Исключение условий образования в горючей среде источников зажигания достигается такими способами, как применение электрооборудования, соответствующего классу пожарной опасности помещения, технологического процесса или применяемых веществ; применение быстродействующих средств защитного отключения электроустановок и других устройств, приводящих к появлению источников зажигания; устройство молниезащиты зданий, сооружений и оборудования; применение искробезопасного инструмента при работе с легковоспламеняющимися жидкостями и горючими газами; исключение контакта с воздухом пирофорных веществ и так далее.

К сожалению, даже исчерпывающее выполнение данных требований не может гарантировать полное исключение вероятности возникновения пожара на объекте. Поэтому следующее направление деятельности руководителя заключается в том, чтобы с помощью второй системы — системы противопожарной защиты — свести размеры пожара, в случае его возникновения, к минимуму, соответственно, предельно снизив уровень опасности для жизни и здоровья людей и размер материального ущерба; защитить людей и имущество от воздействия опасных факторов пожара, ограничить его последствия. Поставленная задача обеспечивается снижением динамики нарастания опасных факторов пожара, эвакуацией людей и имущества в безопасную зону и тушением пожара.

Защита людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара, а также ограничение последствий их воздействия осуществляются одним или несколькими способами, такими, как применение объемно-планировочных решений и средств, обеспечивающих ограничение распространения пожара за пределы очага; устройство эвакуационных путей, гарантирующих быструю и безопасную эвакуацию людей при пожаре; устройство систем обнаружения пожара, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре; применение огнезащитных средств, снижающих уровень пожарной опасности строительных конструкций и материалов; применение первичных средств и автоматических установок пожаротушения, а также рядом других мер.

На исключение одной из сторон «пожарного треугольника» нацелены и организационно-технические мероприятия, включающие в себя паспортизацию, то есть комплекс исследований и испытаний материалов, изделий, технологических процессов, зданий и сооружений в части обеспечения пожарной безопасности; разработку и реализацию норм локальных нормативных документов о порядке обращения с пожароопасными веществами и материалами, о соблюдении противопожарного режима и действиях людей при возникновении пожара; организацию обучения работающих правилам пожарной безопасности на производстве, изготовление и применение средств наглядной противопожарной агитации; разработку алгоритмов действий администрации, рабочих, служащих и населения на случай возникновения пожара и эвакуации людей; организацию пожарной охраны на предприятии.

Требуемый уровень обеспечения пожарной безопасности людей на объектах экономики обеспечивается двумя путями: выполнением обязательных требований пожарной безопасности (предписаний, постановлений и иных законных требований должностных лиц пожарной охраны), или расчетом пожарного риска, который не должен превышать допустимых значений, установленных «Техническим регламентом о требованиях пожарной безопасности».

Знание основ пожаробезопасного поведения работниками объектов экономики — фактор, положительно влияющий на общее состояние их противопожарной защиты. С этой целью руководитель организации обязан проводить противопожарную пропаганду, а также обучать своих работников мерам пожарной безопасности. Пункт 3 Правил противопожарного режима в Российской Федерации, утвержденных Постановлением Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 [3] (далее — Правила противопожарного режима), устанавливает, что лица допускаются к работе на объекте только после прохождения обучения мерам пожарной безопасности по программам противопожарного инструктажа или дополнительным профессиональным программам.

Обучение работников организаций в области пожарной безопасности регламентируется приказами МЧС России от 05.09.2021 № 596 «Об утверждении типовых дополнительных профессиональных программ в области

пожарной безопасности» [4] и от 18.11.2021 № 806 «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» [5]. Данные документы определяют порядок и сроки обучения различных категорий работников и должностных лиц, а также тематику и содержание программ обучения.

Еще одна важная составляющая противопожарной защиты объекта – наличие и содержание в исправном состоянии систем и средств противопожарной защиты, в том числе первичных средств тушения пожаров. Согласно Правилам противопожарного режима, руководитель организации обязан не реже 1 раза в квартал организовывать проведение проверок работоспособности систем и средств противопожарной защиты объекта (автоматических установок пожаротушения и сигнализации, установок систем противодымной защиты, системы оповещения людей о пожаре, средств пожарной сигнализации, систем противопожарного водоснабжения, противопожарных дверей, противопожарных и дымовых клапанов, защитных устройств в противопожарных преградах и т.д.), а также соблюдать требования нормативных документов по пожарной безопасности и специальные технические условия.

В случае возникновения пожара руководитель должен оказывать содействие пожарной охране при тушении (например, предоставляет питание и отдых личному составу пожарной охраны), предоставляет необходимые силы и средства, содействует в установлении причин и условий возникновения и развития пожара, а также при выявлении лиц, виновных в нарушении требований пожарной безопасности и возникновении пожаров.

И наконец, руководитель организаций обязан обеспечивать доступ должностным лицам пожарной охраны при осуществлении ими служебных обязанностей на территории, в здания, сооружения и на иные объекты предприятий, а также предоставлять по требованию должностных лиц государственного пожарного надзора сведения и документы о состоянии пожарной безопасности на предприятиях, в том числе о пожарной опасности продукции, производимой организацией, а также о происшедших на их территориях пожарах и их последствиях.

Каким же образом руководитель может претворить в жизнь установленные законодательством требования? Только через реализацию своих полномочий, выраженную в организационно-распорядительной документации по предприятию.

Организационно-распорядительная документация, необходимая для обеспечения пожарной безопасности на объекте защиты

Работа руководителя объекта по обеспечению пожарной безопасности начинается с установления противопожарного режима.

Как определяет Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» [1], противопожарный режим - это совокупность установленных нормативными правовыми актами Российской Федерации, нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации и муниципальными правовыми актами по пожарной безопасности требований пожарной безопасности, определяющих правила поведения людей, порядок организации производства и (или) содержания территорий, земельных участков, зданий, сооружений, помещений организаций и других объектов защиты в целях обеспечения пожарной безопасности.

Для того чтобы добиться установления на объекте надлежащего противопожарного режима, руководителю следует принять определенные меры организационно-распорядительного характера.

По своей сути эти меры так же основаны на выполнении положений «Технического регламента» о системе обеспечения пожарной безопасности, то есть, направлены на устранение одной сторон «пожарного треугольника». Все практические мероприятия, проводимые на объекте защиты, так или иначе, попадают в рамки либо системы предотвращения пожаров, либо системы противопожарной защиты. Этот факт находит отражение в локальных нормативных актах и распорядительных документах, разрабатываемых на объекте.

Одним из основных документов в данной сфере является приказ об организации работы по обеспечению пожарной безопасности на предприятии.

Обычно этим же приказом назначаются лица, ответственные за организацию и проведение работ по обеспечению пожарной безопасности, за обеспечение пожарной безопасности, а также лица, осуществляющие контроль за проведением противопожарных мероприятий. Организационно-распорядительными документами распределяются также обязанности между должностными и ответственными лицами, регламентируется деятельность руководителя предприятия, структурных подразделений, лиц, назначенных в установленном порядке ответственными за обеспечение пожарной безопасности, других должностных лиц предприятия.

Кроме того, руководителем предприятия утверждаются и вводятся в действие:

- общая инструкция о мерах пожарной безопасности на объектах организации;
- инструкция лицу, ответственному за обеспечение пожарной безопасности;
- инструкция о мерах пожарной безопасности для структурных подразделений с учетом специфики их профессиональной (производственной) деятельности;
- инструкция о порядке осмотра помещений перед закрытием по окончании рабочего дня;
- инструкция о порядке проведения противопожарного инструктажа;

- инструкция о мерах пожарной безопасности при проведении сварочных и других пожароопасных работ;
- инструкция дежурному персоналу объекта по действиям в случае обнаружения пожара и эвакуации людей;
- инструкция о порядке включения насосов – повысителей системы противопожарного водоснабжения;
- инструкция о порядке приведения в действие систем противопожарной защиты;
- инструкция о порядке приведения в действие систем оповещения людей и управления эвакуацией в случае пожара и т. д.

Дополнительно руководитель объекта утверждает следующие документы:

- положение о комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности (КЧС и ОПБ);
- положение о противопожарной подготовке рабочих и служащих предприятия (учреждения, организации);
- положение о добровольной пожарной дружине;
- положение о нештатной инспекции пожарной охраны;
- табель оповещения должностных (ответственных) лиц в случае возникновения пожара;
- табель боевого расчета добровольной пожарной дружины.

Этот перечень не полон и может дополняться другими документами, отвечающими специфике объекта.

Планирование мероприятий по пожарной безопасности

Основным документом, устанавливающим объем и сроки проведения мероприятий по противопожарной защите в организации, является План основных мероприятий организации (объекта) по вопросам гражданской обороны, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности на текущий год, разрабатываемый в соответствии с требованиями приказа МЧС России от 27.03.2020 № 216 дсп «Об утверждении порядка разработки, согласования и утверждения планов гражданской обороны и защиты населения (планов гражданской обороны)». Содержание Плана зависит от вида и размера организации, поставленных задач на случай военных действий или возникновения ЧС, особенностей производственной деятельности, ее роли в экономике государства или влияния на безопасность населения. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности организации являются одним из важнейших разделов Плана. Выполнение данных мероприятий безусловно повышает уровень противопожарной защищённости объекта.

Очень важную роль играет такой аспект, как культура производства и соблюдение технологических регламентов. Так, на состояние пожарной безопасности объекта положительно влияет соблюдение графиков планово-предупредительного ремонта, графиков очистки строительных конструкций, вентиляции и иного оборудования от сгораемой пыли, графиков проверок

инженерных систем противопожарной защиты (автоматической пожарной сигнализации), систем дымоудаления, автоматических установок пожаротушения, противопожарного водопровода, первичных средств пожаротушения, огнезащитной обработки и т.п.

Как было сказано выше, на объекте защиты должна функционировать Комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности (КЧС и ОПБ). Эта комиссия на регулярной основе проводит мероприятия по профилактике пожаров. Для обеспечения эффективной работы комиссии составляется план работы КЧС и ОПБ, в котором предусматриваются ежеквартальные заседания с анализом оперативной обстановки с пожарами на объекте и результатов проведенной пожарно-профилактической работы, с предложением конкретных мер по повышению уровня противопожарной защищенности. В планы работы КЧС и ОПБ включаются периодические проверки состояния пожарной безопасности объектов и структурных подразделений организации, мероприятия по подготовке к весенне-летнему пожароопасному периоду, мероприятия по подготовке к зимнему отопительному сезону и т.д.

Как требуют Правила противопожарного режима, на объекте защиты с массовым пребыванием людей руководитель организации обеспечивает проведение не реже 1 раза в полугодие практических тренировок по эвакуации лиц, осуществляющих свою деятельность на объекте защиты с массовым пребыванием людей, а также посетителей, покупателей, других лиц, находящихся в здании, сооружении.

Как правило, такие тренировки включаются в План основных мероприятий организации (объекта) по вопросам гражданской обороны, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности на текущий год. Помимо них в План могут быть включены практические занятия с работниками структурных подразделений по другим вопросам пожарной безопасности, например практические занятия по отработке порядка и приемов использования первичных средств пожаротушения. Эти же мероприятия могут быть включены и в план работы КЧС и ОПБ, поскольку члены КЧС и ОПБ зачастую непосредственно принимают в них участие.

Ответственность руководителя организации за нарушения требований пожарной безопасности и проблемы в правоприменительной практике.

В соответствии с законом Российской Федерации «О пожарной безопасности» [1], ответственность за нарушение требований пожарной безопасности несут собственники имущества, руководители федеральных органов исполнительной власти и органов местного самоуправления; лица, уполномоченные владеть, пользоваться или распоряжаться имуществом, в том числе руководители организаций; лица, в установленном порядке назначенные

ответственными за обеспечение пожарной безопасности и должностные лица в пределах их компетенции.

Указанные лица, а также иные граждане, за нарушение требований пожарной безопасности, а также за правонарушения в области пожарной безопасности могут быть привлечены к дисциплинарной, административной или уголовной ответственности.

Анализ применения законодательства, предусматривающего ответственность за нарушение требований пожарной безопасности, выявил ряд проблем, не решенных на сегодняшний день.

Наиболее часто встречающимися правонарушениями в сфере пожарной безопасности, выявляемыми органами государственного пожарного надзора, являются:

- несоответствие требованиям противопожарных норм путей эвакуации людей,
- отсутствие автоматической пожарной сигнализации или других систем оповещения людей,
- нарушения правил эксплуатации электрических сетей и оборудования.

И тут мы видим один из примеров несовершенства законодательства. В частности, в соответствии с ч.2 ст. 20.4 Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях (далее — КоАП) «Нарушение требований пожарной безопасности» [9], под нарушениями требований пожарной безопасности подразумеваются только действия, тогда как противопожарные правила могут быть нарушены и в форме бездействия, например, в виде неисполнения своих обязанностей должностными лицами, ответственными за обеспечение пожарной безопасности. А ведь именно неисполнение должностными лицами нормативных требований и приводит к пожару чаще всего.

Существуют и другие нестыковки в законодательстве, определяющем ответственность за нарушение требований пожарной безопасности. Так, например, статья 20.4 КоАП РФ предусматривает административную ответственность как должностных лиц, так и юридических лиц [9]. В соответствии с ч.2 ст. 2.1 КоАП РФ, юридическое лицо признается виновным в совершении административного правонарушения, если будет установлено, что у него имелась возможность для соблюдения правил и норм, за нарушение которых настоящим Кодексом или законами субъекта Российской Федерации предусмотрена административная ответственность, но данным лицом не были приняты все зависящие от него меры по их соблюдению. При этом, ч. 3 ст. 2.1 КоАП РФ гласит, что в случае привлечения к административной ответственности конкретного должностного лица, и установления вины в данном правонарушении юридического лица, допускается привлечение к административной ответственности по одной и той же норме как должностных лиц, так и юридического лица. Таким образом, законодательством не установлено каких-либо ограничений при привлечении юридического лица к

административной ответственности в зависимости от привлечения к административной ответственности конкретного должностного лица, виновного в допущенных нарушениях. Другими словами, законодатель не установил четкие критерии, разграничивающие вину физического и юридического лица.

Еще одна проблема в применении административного законодательства.

Если лицо ранее было привлечено к административной ответственности, а при повторной проверке выявлено, что лицо не прекратило совершать данное нарушение, то повторно привлечь это лицо к административной ответственности невозможно, так как, в соответствии с ч. 5 ст. 4.1 КоАП РФ, «никто не может нести административную ответственность дважды за одно и то же административное правонарушение» [9].

Кроме того, следует отметить, что казенные, бюджетные, автономные государственные (муниципальные) учреждения наделяются учредителем имуществом на праве оперативного управления для осуществления уставной деятельности. В том случае, если учреждения не являются собственниками этого имущества, возникает вопрос: каким образом разграничивается ответственность за нарушение пожарной безопасности между собственником и тем, кто использует имущество.

Изучение судебной практики по данному позволяет сделать вывод о том, что закон четко не разграничивает ответственность собственника имущества и лица, полномочного владеть, пользоваться и распоряжаться имуществом.

Кроме того, не урегулирован вопрос, несет ли административную ответственность за нарушение требований пожарной безопасности арендатор (субарендатор), так как в соответствии с гражданским законодательством возможна и сдача имущества в субаренду. По договору аренды на арендатора возлагается обязанность обеспечения соблюдения требований пожарной безопасности, однако не определен объем этих обязанностей.

Существующие источники обязанности в области пожарной безопасности содержат требования к работам, агрегатам, зданиям и сооружениям, которые в свою очередь делятся на требования капитального и режимного характера, однако четкого разграничения между собой не содержат.

При этом, если требования режимного характера, исходя из содержания договора, арендатор должен обеспечивать, то капитальные не обязан. А ведь зачастую именно капитальные мероприятия оказывают существенное слияние на состояние противопожарной защиты объекта.

Как мы видим, если в части прав и обязанностей граждан, должностных и юридических лиц в области пожарной безопасности законодательство Российской Федерации прописано достаточно детально, то в сфере ответственности за нарушения данного законодательства есть определенные пробелы. Процесс кардинального реформирования федерального законодательства, предусматривающего ответственность за нарушение требований пожарной безопасности, еще не завершен.

Подводя итог, следует отметить: требования пожарной безопасности для объектов экономики продиктованы многолетним опытом, практикой и обусловлены научными знаниями о природе пожаров и факторах, способствующих их возникновению и развитию.

В организациях, руководители которых строят работу по обеспечению пожарной безопасности, опираясь на базовые теоретические знания в данной области и, в максимальной степени, выполняя все законодательные и нормативные требования, вероятность возникновения масштабных пожаров сведена к минимуму.

Существующая законодательная база отражает весь спектр возможных нарушений требований пожарной безопасности различными категориями лиц, находящихся на территории Российской Федерации, как граждан, так и лиц без гражданства, а так же иностранных граждан. В той или иной мере вопросы ответственности за нарушение требований пожарной безопасности изложены в законах субъектов Российской Федерации, Трудовом кодексе [10], Кодексе Российской Федерации об административных правонарушениях [9], Уголовном Кодексе Российской Федерации [7], Уголовно-процессуальном кодексе Российской Федерации [8].

Степень ответственности – от дисциплинарного взыскания до лишения свободы на длительный срок, что свидетельствует о том внимании, которое Государство уделяет вопросам пожарной безопасности. Однако, необходимо проведение значительного объема нормативной и законодательной работы для устранения пробелов и противоречий в правоприменительной практике о обеспечению пожарной безопасности на объектах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О пожарной безопасности. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ. Текст: электронный. URL://https://10.mchs.gov.ru/uploads/resource/2023-02-15/normativnye-pravovye-akty_1676444483642712840.pdf

2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ. Текст: электронный. URL://https://10.mchs.gov.ru/uploads/resource/2023-02-10/3f7fce14bb9a26668dbb0f602a41efee.pdf

3. Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации. Постановление Правительства Российской Федерации от 16.09.2020 № 1479. Текст: электронный. URL://https://86.mchs.gov.ru/uploads/resource/2023-06-20/obshchie-trebovaniya-pozharnoy-bezopasnosti_1687233648660650545.pdf

4. Об утверждении типовых дополнительных профессиональных программ в области пожарной безопасности - приказ министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 5 сентября 2021 г. № 596. Текст: электронный. URL://https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/402825835/

5. 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 - приказ министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 18 ноября 2021 г. № 806. Текст: электронный. URL://https://www.garant.ru/products/ipo/pr Фабер В. В.ime/doc/403011685/

6. О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в РФ. Федеральный закон от 31 июля 2020 г. № 248-ФЗ. Текст: электронный. URL://http://www.kremlin.ru/acts/bank/45790

7. Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 № 63-ФЗ. Текст: электронный. URL:http://www.kremlin.ru/acts/bank/9555

8. Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации от 18.12.2001 № 174-ФЗ. Текст: электронный. URL://http://www.kremlin.ru/acts/bank/17643

9. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ. Текст: электронный. URL://http://www.kremlin.ru/acts/bank/17704

10. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ. Текст: электронный. URL://http://www.kremlin.ru/acts/bank/17706

УДК 61.614.849

В. В. Фабер
Санкт-Петербургское ГКУ ДПО «Учебно-методический центр
по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям»,
курсы гражданской обороны Центрального района

О СОВРЕМЕННОМ СОСТОЯНИИ ДЕЛ С ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ПОДГОТОВКОЙ НАСЕЛЕНИЯ В СТРАНЕ

Действующая нормативная база в области обеспечения пожарной безопасности предъявляет определенные требования к порядку, тематике и содержанию обучения различных категорий граждан мерам пожарной безопасности. В статье рассмотрены вопросы организации и практического проведения противопожарной подготовки населения, приводится краткий обзор руководящих документов по данной проблеме.

Ключевые слова: пожары, чрезвычайные ситуации, пожарно-технический минимум, Государственная противопожарная служба, МЧС, противопожарный режим.

V. V. Faber

ABOUT THE CURRENT STATE OF AFFAIRS WITH FIRE PROTECTION TRAINING OF THE POPULATION IN THE COUNTRY

© Фабер В. В., 2024

The current regulatory framework in the field of fire safety imposes certain requirements on the order, subject matter and content of fire safety training for various categories of citizens. The article discusses the issues of organization and practical implementation of fire protection training of the population, provides a brief overview of the guidance documents on this issue.

Key words: fires, emergencies, fire-technical minimum, State Fire Service, Ministry of Emergency Situations, fire protection regime.

Пожары были и остаются одним из самых грозных видов чрезвычайных ситуаций в России. Наносимый пожарами ущерб исчисляется миллиардами рублей, количество унесенных человеческих жизней так же велико. По данным пресс-службы Главного управления МЧС по Санкт-Петербургу, в 2023 году в городе произошло 8278 пожаров, на которых погибло 126 человек. Это значит, что в среднем ежесуточно в Санкт-Петербурге происходило 23 пожара. При этом речь идет именно о пожарах, то есть о том, что Федеральный Закон «О пожарной безопасности» определяет как «…неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства».

Усилиями надзорных органов на протяжении ряда лет удается удерживать эту статистику в более-менее схожих параметрах, однако каких-то кардинальных улучшений в оперативной обстановке пока не наблюдается.

В данной статье мы не будем поднимать социально-экономические проблемы, влияющие на обстановку с пожарами в стране. Причины пожаров в обозримом периоде времени практически не меняются. «Традиционно» в первую тройку входят неосторожное обращение с огнем, в том числе неосторожность при курении, аварийный режим работы электрических сетей и оборудования, нарушение правил устройства и эксплуатации печного оборудования. В списках объектов, на которых происходят пожары, числятся здания и сооружения самого разного функционального назначения, относящиеся к различным сферам деятельности — производственные, образовательные, торговые, и конечно же — жилые. По данным Департамента надзорной деятельности и профилактической работы МЧС России, 92 % пожаров сегодня происходят в жилом секторе, причем многоквартирные дома и частный жилой фонд представлены в этом антирейтинге почти одинаково.

Совершенно очевидно, что одними надзорными мероприятиями данную проблему не решить. Пожаробезопасное поведение, соблюдение мер пожарной безопасности должно стать, но, к сожалению, еще не стало нормой жизни для многих наших сограждан. Как показывает изучение материалов расследования обстоятельств возникновения большей части пожаров, за сухими цифрами выявленных технических причин практически всегда стоял человеческий фактор. Кто-то недосмотрел, кто-то пренебрег, кто-то понадеялся на удачу — и в итоге мы имеем приведенные выше данные по оперативной обстановке. В этих условиях вполне уместно рассуждать о крайне низком уровне противопожарной подготовки

самых разных слоев населения: от руководителей предприятий до пенсионеров и домохозяек.

Следует признать, что проблема эта не нова. Попытки изменить общественное сознание и повернуть сограждан лицом к проблеме пожарной опасности предпринимались давно.

В 1996 году по инициативе и при активном содействии Государственной противопожарной службы губернаторами Санкт-Петербурга и Ленинградской области были приняты распоряжения об обязательном обучении населения Санкт-Петербурга [1] и Ленинградской области [2] мерам пожарной безопасности. Эти распоряжения распространялись на все предприятия, учреждения, организации независимо от форм собственности, а также на детские дошкольные, общеобразовательные, средние и высшие учебные заведения.

Противопожарная подготовка населения, работников предприятий, детей и подростков, учащейся молодежи предусматривала обучение граждан основам пожаробезопасного поведения, соблюдению противопожарного режима на объекте и в быту, умению пользоваться первичными средствами пожаротушения, вызову пожарной помощи и действиям в случае возникновения пожара. Было «реанимировано» забытое понятие «пожарно-технический минимум», про который все слышали, но никто не помнил, в чем конкретно он заключался.

Обучение по программам пожарно-технического минимума были обязаны пройти такие категории лиц, как:

- руководители предприятий и организаций, а также лица, ответственные за противопожарное состояние объектов с массовым пребыванием людей;
- руководители детских выездных учреждений;
- председатели пожарно-технических комиссий;
- начальники и члены добровольных пожарных дружин предприятий, учреждений, организаций;
- внештатные инспекторы пожарной охраны;
- председатели советов первичных организаций добровольных пожарных обществ;
- председатели дачно-строительных кооперативов, садоводческих товариществ и кооперативных автостоянок;
- лица, выполняющие сварочные и другие огневые работы;
- мотористы пожарных мотопомп и пожарных автомобилей оздоровительных, спортивных и туристских учреждений различного профиля;
- лица, обучающие население мерам пожарной безопасности.

Для обучения каждой из этих категорий были установлены периодичность и продолжительность обучения, разработаны и согласованы со специалистами Государственной противопожарной службы учебные программы. Право на проведение обучения по программам пожарно-технического минимума с выдачей удостоверений установленного образца

предоставлялось учебным заведениям пожарно-технического профиля, подразделениям управления государственной противопожарной службы, учебно-курсовому комбинату добровольных пожарных обществ Санкт-Петербурга, иным юридическим и физическим лицам, имеющим лицензию на данный вид деятельности.

Особенно следует отметить тот факт, что впервые руководителями объектов было вменено в обязанность включать в обучающие материалы для работников сведения о мерах пожарной безопасности в быту. Сотрудникам государственного пожарного надзора было предписано при проведении профилактических мероприятий на объектах контролировать выполнение требований данных распоряжений губернаторов.

Поняв, что подобные управленческие решения могут принести реальную пользу и повлиять на оперативную обстановку с пожарами, руководители и других регионов начали принимать аналогичные распоряжения. Через короткий промежуток времени практически на всей территории Российской Федерации действовали соответствующие нормативные акты. И так продолжалось до 2007 года, когда в декабре вышел приказ МЧС № 645 «Об утверждении Норм пожарной безопасности «Обучение мерам пожарной безопасности работников организаций» [3]. Данный документ в значительной мере изменил привычный порядок противопожарной подготовки. Он подробно регламентировал процедуру противопожарного инструктажа в организациях, в совершенно новом свете представил содержание и порядок прохождения пожарно-технического минимума, определил, что обучение по специальным программам пожарно-технического минимума непосредственно в организации теперь проводится руководителем организации или лицом, назначенным приказом (распоряжением) руководителя организации, ответственным за пожарную безопасность, имеющим соответствующую подготовку.

С выходом данного документа распоряжения руководителей субъектов Российской Федерации об обучении населения мерам пожарной безопасности теряли актуальность. Казалось бы, ничего страшного не произошло – был один документ, вступил в силу другой. Но есть один нюанс: региональные нормативные акты, как правило, охватывали все слои населения. А пункт 1 раздела «Общие положения» приказа МЧС от 12 декабря 2007 г. № 645 гласит: «1. Нормы пожарной безопасности «Обучение мерам пожарной безопасности работников организаций» (далее — Нормы пожарной безопасности) устанавливают требования пожарной безопасности к организации обучения мерам пожарной безопасности работников организаций» [3].

Под организацией здесь понимаются органы государственной власти, органы местного самоуправления, учреждения, организации, крестьянские (фермерские) хозяйства, иные юридические лица независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности.

Такая многочисленная категория, как неработающее население, осталась неохваченной. Приказом предусмотрена программа пожарно-технического минимума для руководителей и ответственных за пожарную безопасность жилых домов, однако конкретных требований о том, кто должен заниматься неработающим населением, в документе нет. А как мы помним, по данным Департамента надзорной деятельности и профилактической работы МЧС России, 92 % пожаров сегодня происходят в жилом секторе, и неработающее население там является весьма значительным социальным слоем.

С 1 марта 2022 года в силу вступили в силу новые приказы МЧС России, касающиеся обучения мерам пожарной безопасности.

В связи со вступившими в законную силу изменениями Федерального закона от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», согласно Федеральному закону от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» установлен новый порядок обучения лиц мерам пожарной безопасности.

Вместо утративших силу Норм, утвержденных приказом МЧС России от 12.12.2007 № 645, с 1 марта 2022 года вступили в силу приказ МЧС России от 05.09.2021 № 596 «Об утверждении типовых дополнительных профессиональных программ в области пожарной безопасности» [4] и приказ МЧС России от 18.11.2021 № 806 «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» [5].

Кроме того, 6 июня 2022 вступил в силу приказ МЧС № 278 «О внесении изменений в приказ МЧС России от 5 сентября 2021 г. № 596» [4], внесший ряд существенных корректив в существующие нормативные требования.

Важные изменения коснулись обучения руководителей, специалистов и работников организаций, ответственных за пожарную безопасность. Так, опять ушло в прошлое понятие пожарно-технического минимума. Вместо прохождения программы пожарно-технического минимума вышеперечисленные работники и должностные лица будут обучаться по дополнительным профессиональным программам в области пожарной безопасности. Более детально определен порядок проведения противопожарных инструктажей.

Согласно новым требованиям, обучение мерам пожарной безопасности в учебном центре понадобится:

- ответственным за пожарную безопасность на объектах, где одновременно может находиться более 50 человек или которым присвоена категория пожаро-взрывоопасности (А, Б, В1–В4), а также представителям руководящих технических и производственных должностей на таких объектах;

- сотрудникам, в чьи трудовые функции входит проведение противопожарных инструктажей;
- специалистам, которые замещают штатных ответственных за пожарную профилактику;
- руководителям или назначенным ответственным специалистам управляющих и эксплуатирующих компаний, специализирующихся на обеспечении пожарной безопасности.

Новые правила от МЧС позволяют руководителям расширять приведенный выше список и направлять учиться по дополнительным программам тех сотрудников, кого они считают нужным.

Обновленные правила не отменяют уже выданные удостоверения о пожарно-техническом минимуме — они остаются действительными до указанных в них дат. Это значит, что с 1 марта 2022 года в учебные центры надо отправлять лишь тех, у кого нет пожарно-технического минимума или образования по пожарной безопасности. Дипломы о профессиональной переподготовке и повышении квалификации сроков окончания не имеют.

Главное новшество – в приказе МЧС № 806 впервые предусмотрена и регламентирована такая примета времени, как дистанционное обучение.

Как мы видим, МЧС Российской Федерации уделяет внимание вопросу организации обучения работников и должностных лиц предприятий и организаций. Современная нормативная база, а также организационные возможности предприятий позволяют охватить противопожарным инструктажем и иными формами обучения максимальное количество трудоспособного населения.

Однако такая многочисленная категория населения страны, как неработающее население, по-прежнему не всегда получает необходимый объем знаний о пожарной безопасности. Возможности органов власти, на которых возложена эта задача, довольно ограничены. Вряд ли кто-то скажет, что учебно-консультационные пункты гражданской обороны, имеющиеся в муниципальных образованиях, полностью раскрывают свой потенциал и используются с полной отдачей. Редко когда удается собрать аудиторию для проведения лекционных и уж тем более практических занятий по действиям при возникновении пожара. В этих условиях значительно возрастает роль местных СМИ, а также печатных изданий, с помощью которых можно охватить значительное количество граждан и донести до них основные требования пожарной безопасности. Большую пользу могут принести простейшие листовки, содержащие рекомендации специалистов в области пожарной безопасности, распространяемые по почтовым ящикам и в местах массового посещения – в магазинах, почтовых отделениях, отделениях банков и т.д.

Пожарно-профилактическая работа – сложный и многокомпонентный вид государственной деятельности. Сочетание надзорных мероприятий с проведением противопожарной пропаганды и обучения мерам пожарной безопасности во всех формах, в том числе и нетрадиционных, творческих, способно в конечном счете улучшить обстановку с пожарами в стране.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Положение об обязательном обучении мерам пожарной безопасности населения Санкт-Петербурга, утверждено распоряжением губернатора Санкт-Петербурга № 328–р от 25. 10. 1996 г., Санкт-Петербург, 1996. – Текст: электронный. URL: https://base.garant.ru/7951782/

2. Положение об обязательном обучении мерам пожарной безопасности населения, рабочих, служащих и учащихся Ленинградской области, утверждено распоряжением губернатора Ленинградской области № 104 – рг от 2. 09. 1996 г., Санкт-Петербург, 1996. – Текст: электронный. URL: https://base.garant.ru/7928300/

3. Об утверждении норм пожарной безопасности «Обучение мерам пожарной безопасности работников организаций» - приказ министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 12. 12. 2007 г. № 645. Текст: электронный. URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/92618/

4. Об утверждении типовых дополнительных профессиональных программ в области пожарной безопасности - приказ министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 5 сентября 2021 г. № 596. Текст: электронный. URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/402825835/

5. 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 - приказ министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 18 ноября 2021 г. № 806. Текст: электронный. URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403011685/

УДК 622.692.4.053

Э. А. Файзуллина, А. В. Краснов
ФГБОУ ВО Уфимский государственный нефтяной технический университет

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОЦЕНКЕ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ РАЗРЫВОВ МЕЖДУ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ЗДАНИЯМИ

Вышедшие изменения к своду правил СП 4.13130.2013 в виде Приложения А внесли возможность проведения оценки безопасных расстояний между общественными, жилыми и административными зданиями. В работе приведены методические наработки по возможности проведения аналогичных расчетов в отношении производственных объектов.

Ключевые слова: противопожарный разрыв, методические рекомендации, критический тепловой поток, расчетные сценарии пожара.

E. A. Fayzullina, A. V. Krasnov

METHODOLOGICAL RECOMMENDATIONS FOR THE ASSESSMENT OF FIRE GAPS BETWEEN INDUSTRIAL BUILDINGS

The published amendments to the code of rules of SP 4.13130.2013 in the form of Appendix A made it possible to assess the safe distances between public, residential and administrative buildings. The paper presents methodological developments on the possibility of carrying out similar calculations in relation to production facilities.

Key words: fire-fighting gap, methodological recommendations, critical heat flow, calculated fire scenarios.

Анализ нормативных документов по определению и обоснованию противопожарных разрывов показывает, что на данный момент отсутствуют законодательно закрепленные методические рекомендации по оценке противопожарных разрывов между производственными зданиями [1]. На практике, в случаях, когда невозможно выполнить нормативно установленные противопожарные разрывы между производственными зданиями, проводится расчет пожарных рисков [2]. Однако, данный подход является спорным, потому что оценка пожарного риска ориентирована в первую очередь на определение вероятности гибели людей, а не возможности возгорания соседних объектов в зависимости от расчетных критических значений падающих тепловых потоков от пожара.

© Файзуллина Э. А., Краснов А. В., 2024

В связи с тем, предлагается разработать рекомендации к проведению оценки безопасных противопожарных разрывов между производственными зданиями [3]. В работе уделено внимание проработке основных моментов оценки противопожарных расстояний: выбор расчетного сценария, задание расчетной модели, оценка результатов.

Формулировка сценария развития пожара включает в себя следующие этапы:

- выбор места нахождения первоначального очага пожара и закономерностей его развития;
- определение границ расчетной области, ее задание в программу;
- определение начальных параметров внутри расчетной области (температура, скорость воздушного потока), их задание в программе.

При выборе расчетных сценариев пожара при обосновании противопожарных разрывов предлагается принимать следующие рекомендованные;

- для зданий V степени огнестойкости рассматривается сценарий, при котором все здание охвачено огнем (в качестве очага пожара принимается вся поверхностная площадь рассматриваемого объекта);
- для зданий, в которых используются деревянные конструкции для обрешетки крыши, или же имеются деревянные несущие и ненесущие конструкции (перегородки, перекрытия, стены и прочее) рассматривается сценарий, при котором огнем полностью охвачены данные конструкции;
- для зданий, в которых на наружном фасаде имеются постоянно открытые проемы, рассматривается сценарий пожара в помещении (ях) (части здания, выгороженной противопожарными преградами, куда выходят открытые проемы);
- для зданий с наличием горючей кровли рассматривается сценарий, при котором в качестве области горения принимается площадь горючей кровли;
- для зданий с наличием отделки фасада из материалов с группой горючести Г2 и выше рассматривается сценарий, при котором весь фасад, выполненный из горючего материала охвачен огнем (в качестве очага пожара принимается вся площадь горючего фасада);
- при отсутствии вышеуказанных отличительных особенностей рассматривается пожар в помещении (группе помещений) с наибольшим количеством технологических проемов (окна и двери), обращенных в сторону соседнего рассматриваемого объекта. При данном сценарии считается, что огнем охвачено помещение или группа помещений, выгороженная противопожарными преградами в пределах этажа здания.

Задание расчетной области зависит от программного продукта, в котором будет произведен расчет. В общих случаях создается рабочая область (сетка) с шагом не более 0,1 метра, в которую включают оба соседних объекта, между которыми происходит оценка противопожарного разрыва [4]. При задании

очага горения (области, на которой рассматривается пожар) необходимо произвести анализ и учет следующих моментов:

1. Определяется время свободного распространения горения, по которому возможно задавать площадь, охваченную огнем. Для определения времени свободного развития пожара рекомендуется пользоваться справочником руководителя пожара, при невозможности использования или отсутствии необходимых исходных данных рекомендуется время свободного развития пожара для городских объектов принимать равным 10 минут, для загородных – 20 минут.

2. Определяется предел огнестойкости конструкций на этаже очага пожара. При отсутствии пожарных преград в соответствии с требованиями допускается принимать, что огнем будет охвачена вся площадь в пределах этажа.

3. Определяется количество этажей, включаемых в расчет. При наличии дверей в общие лестничные клетки, доводчиков и уплотнителей в расчет включается только один этаж; при отсутствии поэтажных коридоров или же отсутствии на них доводчиков и уплотнителей в расчет включается несколько этажей или все здание, в зависимости от выполнения критерия на каждом из рассматриваемых этажей.

4. Определяется наличие автоматических установок пожаротушения. При наличии пожаротушения в помещении (группе помещений) включенную в площадь горения, скорость распространения горения (время свободного развития горения) снижается в 2 раза.

5. Определяем вид и количество пожарной нагрузки. В расчет включаются любые горючие вещества и поверхности при высоте хранения (толщине отделки) материала более 1 мм. Параметры горючей нагрузки, возможно, задавать из справочной литературы.

6. Определяется количество технологических проемов (окна и двери), через которые будет происходить распространение опасных факторов пожара (теплового потока). Рекомендуется рассматривать стены параллельно находящиеся друг к другу объектов. При наличие противопожарных окон проем, в котором он установлен не рассматривается.

Для каждого производственного здания, между которыми оценивается безопасный противопожарный разрыв, рассматривается наружная поверхность (стены, кровля, фасад и материалы его отделки, проемы и их заполнение и прочее), которая будет подвергаться тепловому воздействию. Для выявленных, наиболее горючих материалов, определяется критическая плотность теплового потока $q_{крит}$ (значение теплового потока, при котором произойдет возгорание). Важно отметить, что итоговая критическая плотность теплового потока выбирается по наименьшему из значений выявленных горючих материалов и конструкций здания.

В общем виде выбор критической плотности теплового потока сводится к следующему:

1. Для зданий V степени огнестойкости в качестве критического теплового потока принимается справочное значение теплового потока, при котором происходит самовоспламенение древесной породы, из которой выполнено здание;

2. Для зданий с деревянной обрешеткой, или иными деревянными несущими и самонесущими конструкциями в качестве критического теплового потока принимается справочное значение теплового потока, при котором происходит самовоспламенение древесной породы, из которой выполнены данные конструкции;

3. Для зданий с открытыми проемами в качестве критического теплового потока рассматривается значение теплового потока 1,4 кВт/м^2, служащее критерием безопасного нахождения людей в здании;

4. Для зданий с горючей кровлей в качестве критического теплового потока принимается справочное значение теплового потока, при котором происходит самовоспламенение материала, из которого выполнена кровля;

5. Для зданий с наличием отделки фасада из материалов с группой горючести Г2 и выше в качестве критического теплового потока принимается справочное значение теплового потока, при котором происходит самовоспламенение материала, из которого выполнен фасад;

6. При отсутствии вышеуказанных отличительных особенностей в качестве критического теплового потока рассматривается значение, характеризующее самовоспламенением материала окон/дверей.

Для определении величины критического теплового потока рекомендуется использовать справочные данные, приведенные в Приказе МЧС № 404, и Приложении А к СП 4.13130.2013 [5, 6].

Пример выбора критических значений тепловых потоков приведен в таблице.

Таблица. **Критические значения тепловых потоков**

Внешняя облицовка	**Сплошная стена**	**Использование неогнестойкого остекления**	**Использование противопожарного остекления**
Полимерные материалы	9,0	9,0	9,0
Древесина	12,5	12,5	12,5
Фиброцементная плита	25,0	12,5	25,0
Негорючий	-	12,5	50,0

Для проведения расчетов рекомендуется использовать полевой метод оценки распространения опасных факторов пожара, реализуемый большинством программных комплексов по оценке величин пожарного риска. Полученные в ходе расчетов значения падающего теплового потока сравниваются с критическими, установленными с использованием разработанным методических рекомендаций.

Если для обоих объектов во всех рассмотренных сценариях пожара выполняется условие $0{,}8 \cdot q_{крит} \geq q_{расчет}$, то возможно сокращение противопожарного расстояния между рассматриваемыми производственными зданиями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ляхомская О. А. Выбор противопожарных разрывов между зданиями и сооружениями // Инновационные процессы в экономике и бизнесе: материалы II Международной научно-практической конференции. 2017. С. 99-101.

2. Хафизов Ф. Ш., Бакиров И. К. Расчет пожарных рисков объектов топливно-энергетического комплекса // Пожаровзрывобезопасность. 2010. Т. 19. № 11. С. 31-35.

3. Валиуллина Р.А., Шарафутдинов А.А. Определение безопасных противопожарных разрывов между зданиями с использованием полевого моделирования в программном комплексе Pyrosim // Актуальные проблемы и инновации в обеспечении безопасности: материалов Дней науки с международным участием, посвященных 90-летию Гражданской обороны России. В 2-х частях. 2022. Екатеринбург. Т. 1. С. 30-33.

4. Валиуллина Р.А., Шарафутдинов А.А. Определение безопасных противопожарных расстояний между зданиями с использованием трехмерного моделирования в Pyrosim // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2023. С. 17-30.

5. СП 4.13130.2013. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям – URL: https://sudact.ru/law/prikaz-mchs-rossii-ot-24042013-n-288/sp-4.13130.2013/

6. Приказ МЧС РФ от 10.07.2009 № 404 (ред. от 14.12.2010) «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» – URL: https://sudact.ru/law/prikaz-mchs-rf-ot-10072009-n-404/

УДК 699.81

Е. В. Федосеев, П. В. Чистов
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛИФТОВ ДЛЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ИЗ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

В данной статье рассматривается проблема безопасности эвакуации людей в высотных зданиях с использованием лифтов как средства обеспечения безопасности и спасения жизней в чрезвычайных ситуациях.

Ключевые слова: высотные здания, эвакуация, лифты, пожарная безопасность

E. V. Fedoseev, P. V. Chistov

SAFETY OF EVACUATION OF PEOPLE FROM HIGH-RISE BUILDINGS USING ELEVATOR USING ELEVATORS FOR THE SAFE EVACUATION OF PEOPLE FROM HIGH-RISE BUILDINGS

This article discusses the problem of the safety of evacuation of people in high-rise buildings using elevators as a means of ensuring safety and saving lives in emergency situations.

Key words: high-rise buildings, evacuation, elevators, fire safety.

С каждым годом возрастает число современных зданий, которые, наряду с уникальными архитектурными решениями, отличаются значительной высотой. Пожары в таких многоэтажных строениях представляют собой серьезный вызов не только для пожарных служб, но и для жителей. Трудности, возникающие при эвакуации, стремительное распространение огня и дыма, а также ограниченные сроки для спасения делают эвакуационный процесс крайне сложным и опасным.

Вопрос обеспечения безопасности эвакуации из высотных зданий является весьма актуальным и сложным из-за ряда особенностей многоэтажных строений и рисков, связанных с чрезвычайными ситуациями, такими как пожары. Высотные здания отличаются большим количеством этажей, сложной архитектурой и разветвленными коммуникациями. В условиях пожара или другой ЧС эвакуация через лестницы может быть затруднена и замедлена, особенно для людей с ограниченной подвижностью. Кроме того, при пожаре пути эвакуации могут быть заблокированы дымом, огнем или поврежденными конструкциями, что создает значительные препятствия для быстрой и безопасной эвакуации, особенно с верхних этажей.

© Федосеев Е. В., Чистов П. В., 2024

За последние десять лет было зафиксировано более 30 крупных пожаров в высотных зданиях, что привело к многочисленным трагедиям, включая гибель и ранения сотен людей.

Одной из основных проблем, с которой сталкиваются спасательные службы при эвакуации из многоэтажных зданий, является ситуация, когда все этажи одновременно начинают эвакуацию, что приводит к резкому увеличению плотности людских потоков в лестничных пролётах в течение нескольких минут [1].

Для наглядности можно представить распределение плотности людского потока (D, чел./кв. м) через 1,5 минуты после начала эвакуации (рис. 1), а также максимальную плотность потока на протяжении всего процесса эвакуации (рис. 2) на лестничных участках шириной 1,2 метра с каждого этажа. На каждом этаже находится 100 человек, передвигающихся со скоростью 60 м/мин в условиях свободного движения.

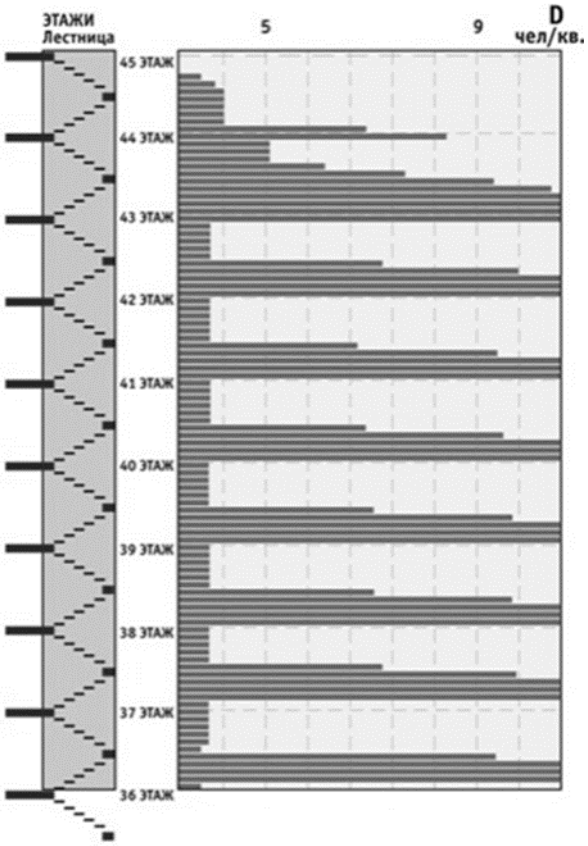


Рис. 1. Распределение плотности людского потока через 1,5 мин после начала эвакуации

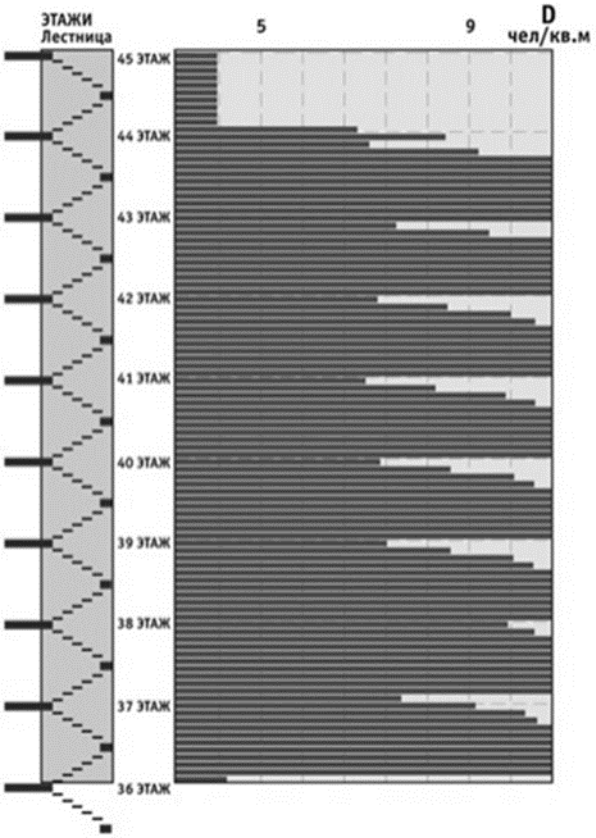


Рис. 2. Максимальная плотность людского потока в течение всего времени эвакуации

Постепенное распространение плотности потока наблюдается по всей лестнице, что вызывает скопление людей на этажах перед входом в лестничный пролет. При выходе из лестницы плотность потока стабильно остается очень высокой (5–9 человек на квадратный метр). В таких условиях скорость перемещения значительно снижается, замедляя процесс эвакуации на несколько часов. В результате давление людей в толпе может спровоцировать опасные ситуации, такие как компрессионная асфиксия.

Кроме того, эвакуация часто длится от 1 до 2 часов или даже дольше из-за большого числа людей на этажах, что увеличивает плотность потока и замедляет темп движения, удлиняя общее время эвакуации.

Одним из наиболее эффективных способов решения задач эвакуации людей из высотных зданий является поэтапная эвакуация с применением лифтов. Для анализа данного подхода было проведено численное моделирование процесса эвакуации из восточной башни комплекса «Федерация» (101 этаж, высота 374 метра) в ММДЦ «Москва-Сити», результаты которого представлены в таблице [2].

Таблица. **Результаты моделирования вариантов организации эвакуации**

Вид эвакуации Evacuation type	Максимальная плотность, чел./м^2 Maximal density, people/m^2	Время эвакуации, мин Evacuation time, min
Одновременная Simultaneous	9	80
Поэтапная пешеходная Step-by-step pedestrian	3	42
Поэтапная с использованием лифтов Step-by-step with use of elevators	3	24

Из результатов видно, что эвакуация с использованием лифтов на 47 % процентов быстрее, чем поэтапная пешеходная эвакуация и на 70 % быстрее, чем одновременная. Это говорит о том, что использование лифтов при пожаре является эффективным способом эвакуации.

Однако, в России существует запрет на эвакуацию в лифте при пожаре. В статье 89, части 14 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» указывается: «Эвакуационные пути (за исключением эвакуационных путей подземных сооружений метрополитена, горнодобывающих предприятий, шахт) не должны включать в себя лифты, эскалаторы…» [3]. Учитывая все вышеизложенное, существует необходимость рассмотрения возможности использования лифтов для эвакуации во время пожара на законодательном уровне.

Своевременная и безопасная эвакуация из высотных зданий является крайне важной задачей для обеспечения безопасности людей. Несмотря на достижения в области науки и техники, эта проблема все еще остается нерешенной и требует дальнейших усовершенствований. Одним из возможных путей решения может стать разработка наружных лифтов со специальной конструкцией. Такие лифты, оснащенные автономным источником питания и способные подниматься с любого этажа без ограничений, обеспечат более быструю и безопасную эвакуацию людей из высотных зданий. Это нововведение позволит значительно повысить уровень пожарной безопасности в высотных строениях, способствуя защите жизни людей в чрезвычайных ситуациях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Переславцева И.И., Извеков Д.В. Некоторые аспекты эвакуации людей из многоэтажных зданий., - Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, РФ, г. Воронеж, 2013.

2. Холщевников В.В. Проблема беспрепятственной эвакуации людей из зданий, пути ее решения и оценки // Алгоритм безопасности. - 2006. - № 4. - С. 60-63.

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

4. Шалявин Д.Н., Казанцев С.Г., Сухов А.А. Анализ эффективности технических средств спасения пожарных и спасателей с высоты: Сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции, посвященной Году культуры безопасности, Иваново, 29-30 ноября 2018 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС РФ, 2018. – С. 560-563.

5. Мочалов А.М., Горбунова А.Е., Ведяскин Ю.А. Разработка предложений, направленных на совершенствование профилактической работы с целью предупреждения пожаров: Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса «Государственный надзор», Иваново, 01 января–31 декабря 2022 года – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС РФ, 2023. – С. 88-96.

УДК 699.81

Е. В. Федосеев, И. В. Багажков
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ПОЖАРНЫХ СТВОЛОВ ПРИ ТУШЕНИИ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ И НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ С ОБЫЧНЫМИ ЛАФЕТНЫМИ СТВОЛАМИ

Статья рассматривает использование роботизированных пожарных стволов, таких как ПР-ЛСД-С60У, в тушении пожаров на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Проведен сравнительный анализ с обычными лафетными стволами, используемыми в подразделениях СПСЧ ФПС ГПС Главного управления МЧС России по Республике Мордовия. Оценены аспекты безопасности, времени срабатывания и влияние на решения руководителя тушения пожара в условиях стационарной установки стволов. Приведены рекомендации по применению роботизированных и обычных стволов в зависимости от специфики объектов и уровня опасности.

Ключевые слова: роботизированные пожарные стволы, тушение пожаров, нефтеперерабатывающая и нефтехимическая промышленность

E. V. Fedoseev, I. V. Bagazhkov

USE OF ROBOTIC FIRE GUNS WHEN FIGHTING OUT OIL REFINING AND PETROCHEMICAL INDUSTRY FACILITIES: COMPARATIVE ANALYSIS WITH CONVENTIONAL MOUNTS

The article considers the use of robotic fire nozzles, such as PR-LSD-S60U, in extinguishing fires at oil refining and petrochemical industry facilities. A comparative analysis is made with typical monitor nozzles used in the units of the SPCh FPS GPS of the Main Directorate of the Ministry of Emergency Situations of Russia in the Republic of Mordovia. The aspects of safety, time of execution and influence on the decisions of fire extinguishing managers in conditions of a stationary installation of nozzles are assessed. Recommendations are given on the use of robotic and conventional nozzles depending on the specifics of the facilities and the level of danger.

Key words: robotic fire nozzles, fire extinguishing, oil refining, petrochemical industry

В сфере пожарной безопасности непрерывно развиваются новые технологии и методы, направленные на улучшение эффективности тушения пожаров и минимизацию рисков для жизни людей и имущества. Одним из таких инновационных средств являются роботизированные пожарные стволы,

© Федосеев Е. В., Багажков И. В., 2024

которые представляют собой современные устройства, способные эффективно бороться с пожарами в условиях высокой опасности.

Нефтеперерабатывающая и нефтехимическая промышленность представляют собой одни из наиболее опасных отраслей в связи с высоким риском возникновения пожаров и взрывов. [2] Эффективное противодействие пожарам в таких условиях является приоритетной задачей для обеспечения безопасности производства и окружающей среды. Использование роботизированных пожарных стволов представляет собой важное инновационное решение, которое может значительно улучшить эффективность тушения пожаров и снизить риски для работников и объектов инфраструктуры нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий.

Одной из основных проблем, с которой сталкиваются пожарные службы и операционный персонал в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, является необходимость тушения пожаров в условиях высокой температуры, взрывоопасности и наличия токсичных веществ. Традиционные методы тушения могут оказаться недостаточно эффективными или опасными для человеческого здоровья. Роботизированные пожарные стволы предлагают альтернативное решение этой проблемы, обеспечивая безопасное и эффективное тушение пожаров в условиях, когда человек не может находиться на месте происшествия.

Роботизированные пожарные стволы представляют собой современные устройства, оснащенные дистанционным управлением и специализированным оборудованием для тушения пожаров. Они обладают рядом характеристик и функций, делающих их идеальным средством для борьбы с пожарами в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. [1]

Пожарный робот ПР-ЛСД-С60У (рис. 1), где: ПР — пожарный робот; ЛС — лафетный ствол с ручным управлением; Д — дистанционный; 60 — с расходом 60 л/с; У — универсальный, формирующий распыленную струю воды или пены с изменяемым углом факела. Создан на базе ЛСД-С60У. [3]

ПР-ЛСД-С60У оснащен инфракрасными сенсорами и камерами, что позволяет быстро обнаружить очаг возгорания и начать тушение без необходимости присутствия человека на месте. В условиях, когда высокие температуры и токсичные газы делают невозможным нахождение людей, такие стволы становятся незаменимыми.

Рис. 1. Модель ПР-ЛСД-С60У

Рис. 2. ПР-ЛСД-С60У

В сравнении с обычными лафетными стволами, роботизированный ПР-ЛСД-С60У (рис. 2) предлагает ряд преимуществ. Он значительно снижает риски для пожарных за счет дистанционного управления (рис. 3), а также может применяться в опасных зонах, где нахождение людей невозможно. Обычный лафетный ствол, используемый в подразделениях СПСЧ ФПС ГПС Республики Мордовия, требует непосредственного участия пожарных, что увеличивает риск для их здоровья, особенно в условиях высокой температуры и наличия токсичных веществ.

ПР-ЛСД-С60У способен оперативно начать тушение сразу после обнаружения пожара с помощью встроенных датчиков, что значительно сокращает время реакции. Обычный лафетный ствол требует времени для активации и физического управления, что увеличивает время до начала тушения, особенно при труднодоступных объектах.

Дополнительно, важным аспектом является влияние на принятие решений руководителем тушения пожара. В случае, если роботизированный лафетный ствол уже начал тушение до прибытия РТП, это облегчает его задачу, снижая интенсивность возгорания и давая больше времени для оценки обстановки. Это позволяет РТП сосредоточиться на других аспектах координации тушения пожара, что повышает общую эффективность. Обычный лафетный ствол требует большего внимания и участия со стороны пожарных, что может замедлить начальную фазу борьбы с пожаром.

Рис. 3. Дистанционное управление ПР-ЛСД-С60У

Роботизированные стволы рекомендуется использовать на объектах с высокой степенью риска, таких как нефтехимические заводы, где опасность для жизни пожарных и сложные условия требуют использования современных технологий. Обычные лафетные стволы могут применяться в менее критичных условиях, либо как вспомогательные средства в ситуациях, где непосредственное участие человека не представляет серьезной угрозы.

В заключение, роботизированные пожарные стволы, такие как ПР-ЛСД-С60У, демонстрируют значительные преимущества перед обычными стволами в условиях высокой опасности. Их применение позволяет существенно повысить эффективность тушения и снизить риски для людей. Обычные лафетные стволы продолжают оставаться важным инструментом пожаротушения, однако их использование должно быть ограничено зонами с меньшей степенью риска.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юревич Е.И., Основы робототехники. 3-е изд., - СПб.: БХВ-Петербург, 2010 – С. 386 ;
2. Методические рекомендации по тактике применения наземных робототехнических средств при тушении пожаров. - М.:ВНИИПО, 2015.
3. ООО »ПОЖТЕХСПАС»: официальный сайт. – Челябинская область. – URL: https://lafet01.ru/content/pozharnyy-robot-pr-lsd-s60u (дата обращения 20.03.2024).

УДК 614.841.45

И. Ю. Федотов
Управление надзорной деятельности и профилактической работы
УНД и ПР ГУ МЧС России по Липецкой области,
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ УСТРОЙСТВ-ПРИВОДОВ ДЛЯ ЗАКРЫВАНИЯ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ УСТРОЙСТВ И ЛЮКОВ

В статье представлен анализ существующих технических решений открывающихся элементов, которыми могут быть оснащены люки, клапаны, окна и подобные устройства для их использования в противопожарных преградах.

Ключевые слова: система предотвращения пожара, противопожарный люк, противопожарное окно.

I. Y. Fedotov

ANALYSIS OF EXISTING DRIVE DEVICES FOR CLOSING TRANSLUCENT FIRE PROTECTION DEVICES AND HATCHES

The article presents an analysis of existing technical solutions for opening elements that can be equipped with hatches, valves, windows and similar devices for their use in fire barriers.

Key words: fire prevention system, fire hatch, fire window.

В настоящее время на территории Российской Федерации, несмотря на экономическое давление, активно возводятся объекты всех классов функциональной пожарной опасности. Так, по данным федеральной службы государственной статистики «Росстат» за январь-июль 2024 года введено в эксплуатацию 62 061,7 тысячи м^2 общей площади жилых помещений [1]. Такая

© Федотов И. Ю., 2024

скорость возведения обусловлена кластерным строительством, когда вместо одного многоэтажного жилого дома одновременно начинают возведение жилого микрорайона (квартала) что позволяет упростить логистические цепочки при доставке строительных материалов. Несмотря на понимание важности проблемы обеспечения населения жилимы площадями, встречаются факты нарушения минимальных разрешенных противопожарных расстояний между объектами защиты. Недобросовестные застройщики пользуются тем, что уже возведенные здания нецелесообразно сносить, а их местоположение не изменить. Таким образом, они оставляют вопросы поиска компенсирующих мероприятий по пожарной безопасности на собственников объектов и органы местного самоуправления. Кроме того, на уже возведенных зданиях в XX веке после капитального ремонта начинают действовать требования современного законодательства.

Противопожарные расстояния между зданиями определяются по таблице 1 свода правил СП 4.13130.2013 [2]. Приложением «А» вышеуказанного свода правил определена методика расчета безопасных противопожарных разрывов между жилыми, общественными зданиями и сооружениями. Для случаев, не подпадающих под область применения приложения «А», уменьшение противопожарных расстояний допускается при разработке дополнительных противопожарных мероприятий с подтверждением предотвращения распространения пожара на основании результатов исследований, испытаний или расчетов по апробированным методикам.

Одним из способов предотвращения распространения пожара является использование противопожарных преград. Пределы огнестойкости для заполнения проемов в противопожарных преградах установлены таблицей 24 технического регламента о требованиях пожарной безопасности [3]. В вышеуказанной таблице также определены типы заполнения проемов.

Широкое использование в строительстве приобрели такие элементы заполнения, как противопожарные двери с остеклением, клапаны, люки и окна. Соответственно, для исполнения своего функционального назначения, от такого устройства требуется не допустить потерю целостности и теплоизолирующей способности. Помимо сохранения предела огнестойкости с целью нераспространения пламени, продуктов горения и высоких температур элементы заполнения в противопожарных преградах должны находиться в закрытом состоянии или быть закрытыми после начала возникновения пожара.

Для закрывания дверей, клапанов, люков и окон на рынке предложений существуют различные приводы и электроприводы. Данные устройства могут закрепляться на потолке и полу, стенах и откосах, а также в случаях, где это возможно, — на подоконниках. Вторая часть устройства крепится к активным элементам заполнения противопожарных преград, проблемам теплопереноса при совершенствовании которых посвящено достаточно большое количество исследований [5-11]. Любой автоматический привод включает в себя встроенный электродвигатель втягивающий и отталкивающий активную часть

(створку). Исследованием и разработкой приводов закрывания занимались А. А. Фадеев, Н. Ю. Медянков, С. И. Разумихин и др. [12–14].

Рассмотрим основные виды приводов. Штоковые (шпиндельные) приводы являются самыми распространенными. Изначально нашли свое применение в труднодоступных и ограниченных помещениях с недостатками пространства, таких как мансардные этажи и им подобные. Данные устройства работают как винтовой домкрат. В зависимости от направления работы двигателя втягивает и вытягивает активную створку, а также просты в монтаже. Из имеющихся недостатков, это требование к обслуживанию ходового механизма, однако процедура смазывания требуется и в других видах приводов. Особенность в шпиндельных приводах заключается в возможности их работы при высоких нагрузках.

Также следует выделить цепные приводы. Цепной привод приходит в движение в результате раскручивания (натягивания) цепи, намотанной на барабан. Таким образом, выталкивающие или втягивающее усилие образуется от вращения двигателя. Характеризуются высокой скоростью закрывания и открывания среди других приводов. Также к достоинствам цепных приводов следует отнести простоту установки и возможности монтажа как для внутреннего, так и для наружного открывания. Из существенных недостатков следует отметить падение мощности устройства в зависимости от ширины открывания активной створки, а также необходимость оснащения дополнительной фурнитурой для достижения полной герметичности.

В тех случаях, когда приводом необходимо сдвинуть тяжелые и габаритные створки противопожарных устройств используют реечные приводы. В таком устройстве шестерня при вращении толкает зубчатую рейку, соединенную с активной створкой. Устройства с зубчатыми рейками, хорошо переносят агрессивную среду, а значит могут использоваться в условиях загрязненности на промышленных объектах. В то же время реечные приводы имеют невысокую рабочую скорость.

Реже на рынке противопожарных предложений можно встретить фрамужные (рычажные) приводы. В основном устанавливаются на активных элементах, которые открываются вертикально. Принцип работы заключается в присоединении электродвигателя к валу, который приводит в движение качающийся рычаг. Использование данного вида приводов для приведения в движение элементов заполнения в противопожарных преградах затрудняется тем, что привод не представляется возможным устанавливать после введения объекта защиты в эксплуатацию. Его монтаж необходимо осуществлять на стадии строительства объекта. Также к недостаткам рычажных приводов можно отнести их высокую стоимость и низкую скорость открывания.

Приведенная в статье классификация позволяет исходя из поставленных задач, определить оптимальный вид устройств-приводов для закрывания светопрозрачных противопожарных устройств. Нерешенная проблема со встречающимися случаями нарушения противопожарных разрывов, дает

основание говорить об актуальности тематики разработки закрывающихся приводов для устройств в противопожарных преградах. Также перспективным направлением для исследований является составление и упорядочивание классификации способов закрывания приводов для активных элементов заполнения в противопожарных преградах по способу запуска. Кроме того, не существует требований и пределов огнестойкости приводов для противопожарных изделий, что говорит о необходимости проведения анализа уязвимых составных частей механизмов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральная служба государственной статистики «Росстат» официальный сайт https://rosstat.gov.ru/folder/14458.

2. Свод правил СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям.

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

4. Федосов С.В. [и др.] Проблемы разработки условий особого противопожарного режима // Пожарная безопасность. 2024. № 2 (115). С. 74-83. EDN: CIXJTS

5. Федосов С.В., Лазарев А.А. Перспективы использования методов микропроцессов для создания новых противопожарных преград // Современные пожаробезопасные материалы и технологии. сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. Иваново, 2023. С. 490-493. EDN: QKNDPD

6. Лазарев А.А. [и др.] Моделирование высокотемпературного воздействия пожара на остекление оконных проемов зданий перемещающимся источником теплоты // Умные композиты в строительстве. 2023. Т. 4. № 3. С. 8-17. EDN: GZEFKM

7. Лазарев А.А., Федотов И.Ю. О проблеме эксплуатации противопожарных окон // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов. Сборник материалов X всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 2023. С. 331-335. EDN: NLOWSC

8. Лазарев А.А., Федотов И.Ю. Физические аспекты проблемы применения противопожарных окон для защиты от техногенных пожаров // Естественнонаучные и технические аспекты физических явлений в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера. Сборник трудов XXXIII Международной научно-практической конференции. Химки, 2023. С. 15-17. EDN: QSHUVS

9. Федосов С.В. [и др.] Определение основных параметров нагреваемого сегмента диска термочувствительного элемента специального строительного изделия для обнаружения пожара // Современные проблемы гражданской защиты. 2022. № 2 (43). С. 115-122. EDN: OAOGZC

10. Федосов С.В. [и др.] Мониторинг пожарной безопасности как средство дистанционного контроля // Современная наука: теория, методология, практика. Материалы III-ей Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Тамбов, 2021. С. 96-100. EDN: KNNXTD

11. Федосов С.В. [и др.] О проблеме совершенствования строительных изделий, обеспечивающих пожарную безопасность малоэтажных зданий // Строительные материалы. 2021. № 3. С. 57-63. EDN: LKEWWT

12. Фадеев А.А. Устройство автоматического открывания/закрывания окна // Журнал «Решетневские чтения» 2017. Том 1. С.572-573

13. Патент RU 2745981 C1 Устройство для открывания окон и дверей. Заявитель: Медянков Н.Ю., Никифоров П.А.; опубл. 05.04.2021.

14. Патент RU 2751936 C1 Устройство для автоматического открывания и закрывания окон. Заявитель: Разумихин С.И., опубл. 21.07.2021.

УДК 614.841.3

А. Г. Фирсов, О. В. Надточий, В. С. Гончаренко, А. М. Арсланов
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

АНАЛИЗ ПОЖАРОВ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ОТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЩИТОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В 2023 Г.

Статья посвящена анализу обстановки с пожарами и их последствиям от электрических распределительных щитов. Рассмотрены особенности обстановки с пожарами в помещениях электрощитовых и других помещениях, источниками которых являлись электрические распределительные щиты. Приведено долевое распределение пожаров и их последствий по объектам пожаров, а также причинам их возникновения. Даны рекомендации по защите помещений электрощитовых и других помещений с электрическими распределительными щитами на критически важных объектах.

Ключевые слова: пожар, погибший при пожаре, травмированный при пожаре, прямой материальный ущерб, обстановка с пожарами, электрощитовая, электрический распределительный щит, причина пожара, объект пожара.

A. G. Firsov, O. V. Nadtochiy, V. S. Goncharenko, A. M. Arslanov

ANALYSIS OF FIRES AND THEIR CONSEQUENCES FROM ELECTRICAL SWITCHBOARDS IN THE RUSSIAN FEDERATION IN 2023

The article is devoted to the analysis of the situation with fires and their consequences from electrical switchboards. The features of the situation with fires in the premises of electrical switchboards and other premises, the sources of which were electrical switchboards, are considered. The proportional distribution of fires and their consequences by fire objects, as well as the causes of their occurrence, is given. Recommendations are

© Фирсов А. Г., Надточий О. В., Гончаренко В. С., Арсланов А. М., 2023

given for the protection of switchboard rooms and other rooms with electrical switchboards at critical facilities.

Key words*:* fire killed in a fire, injured in a fire, direct material damage, fire situation, electrical switchboard, electrical switchboard, cause of fire, object of fire.

С целью анализа обстановки с пожарами и их последствиями используют следующие показатели: количество пожаров, количество погибших и травмированных на них людей, прямой материальный ущерб от пожаров. С помощью данной системы показателей осуществим оценку состояния обстановки с пожарами источниками которых стали различные электрические щиты. Рассмотрим два варианта анализа обстановки с пожарами и их последствиями: пожары в помещениях электрощитовых и пожары в других помещениях, источниками которых являлись электрические распределительные щиты.

В соответствии со статистическими данными [1, 2], в 2023 г. в помещениях электрощитовых зарегистрировано 843 пожара, что составило 0,23 % от общего числа пожаров по России и 0,6 % от общего числа пожаров в зданиях и сооружениях. Наибольшее количество пожаров зарегистрировано в комнатах (8,5 % и 22 %).

На пожарах в помещениях электрощитовых погибло 2 чел., что составило 0,03 % как от общего числа погибших по России, так и от числа погибших в зданиях и сооружениях. Число погибших людей в расчете на 100 пожаров в помещениях электрощитовых составило 0,2 чел., что значительно ниже среднероссийского значения – 2,2 чел. и значения, соответствующего зданиям, сооружениям – 5,4 чел. Больше всего людей погибло на пожарах, место возникновения которых находилось в комнатах (55,7 % от общего числа погибших по России и 57,7 % от общего числа погибших в зданиях, сооружениях), число погибших на 100 пожаров – 14,1 чел.

По данным статистики травмировано на пожарах в помещениях электрощитовых в общей сложности 6 чел., что составило 0,07 % от общего числа травмированных по России и 0,08 % от общего числа травмированных в зданиях и сооружениях. Число травмированных людей в расчете на 100 пожаров составило 0,7 чел., что значительно ниже среднероссийского значения – 2,4 чел. и значения, соответствующего зданиям, сооружениям – 5,1 чел. Больше всего людей травмировано на пожарах, возникших в комнатах (35,3% от общего числа травмированных по России и 41,9 % от общего числа травмированных в зданиях, сооружениях), число травмированных на 100 пожаров – 9,7 чел.

Прямой ущерб от пожаров в помещениях электрощитовых зарегистрирован в размере 153,4 млн руб., что составило 0,69 % от общего ущерба по России и 0,80 % от общего ущерба в зданиях и сооружениях. Прямой ущерб в расчете на 1 пожар составил 182,0 тыс. руб., что выше среднероссийского значения – 61,5 тыс. руб. и значения, соответствующего

зданиям, сооружениям – 136,2 тыс. руб. Наибольший ущерб нанесен пожарами в складских помещениях, кладовых (15,7 % от общего ущерба по России и 18,2 % от общего ущерба в зданиях, сооружениях), прямой ущерб в расчете на 1 пожар – 1 787,1 тыс. руб.

В 2023 г. в других помещениях от распределительных электрических щитов произошло 636 пожаров, что составило 0,18 % от общего числа пожаров по России и 0,95 % от числа пожаров, источником которых являлось электрооборудование. Наибольшее количество пожаров произошло от открытых медных проводов (5,2 % и 27,8 %) и скрытых медных проводов (3,9 % и 21,1 %).

На данных пожарах погибло 6 чел., что составило 0,08 % от общего числа погибших по России и 0,28 % от числа погибших на пожарах, источником которых являлось электрооборудование. Число погибших людей в расчете на 100 пожаров от распределительных электрических щитов составило 0,9 чел., что значительно ниже среднероссийского значения – 2,2 чел. и значения, соответствующего пожарам от электрооборудования – 3,2 чел. Больше всего людей погибло на пожарах, источниками возникновения которых стали открытые медные провода (6,8 % от общего числа погибших по России и 25 % от общего числа погибших в зданиях, сооружениях), число погибших на 100 пожаров – 2,9 чел., а также скрытые медные провода (5,1 % и 18,2 %), число погибших на 100 пожаров – 2,8 чел.

Из анализа статической информации о пожарах установлено, что на пожарах в других помещениях, возникших от электрических распределительных щитов, травмировано 25 чел., что составило 0,29 % от общего числа травмированных по России и 0,86 % от общего числа травмированных на пожарах от электрооборудования. Число травмированных людей в расчете на 100 пожаров от распределительных щитов составило 3,9 чел., что выше среднероссийского значения – 2,4 чел. и ниже значения, соответствующего пожарам от электрооборудования – 4,3 чел. Больше всего людей травмировано на пожарах, возникших от открытых медных проводов (8,5% от общего числа травмированных по России и 24,8 % от общего числа травмированных в зданиях, сооружениях), число травмированных на 100 пожаров – 3,9 чел., а также от скрытых медных проводов (7,1 % и 21,0 %), число травмированных на 100 пожаров – 4,3 чел.

Прямой ущерб от пожаров, источниками которых являлись электрические распределительные щиты, зарегистрирован в размере 48,9 млн руб., что составило 0,22 % от общего ущерба по России и 0,50% от общего ущерба от пожаров, источником которых являлось электрооборудование. Прямой материальный ущерб в расчете на 1 пожар от распределительных электрических щитов составил 77,0 тыс. руб., что выше среднероссийского значения – 61,5 тыс. руб. и почти в 2 раза меньше значения, соответствующего электрооборудованию – 146,6 тыс. руб. на 1 пожар. Наибольший материальный ущерб нанесен пожарами от открытых медных проводов (12,2 % от общего

ущерба по России и 28 % от общего ущерба в зданиях, сооружениях), прямой ущерб в расчете на 1 пожар – 145,1 тыс. руб., а также от скрытых медных проводов (11,9 % и 27 %), прямой ущерб в расчете на 1 пожар – 186,3 тыс. руб.

Необходимо отметить, что по всем рассмотренным выше показателям обстановки с пожарами и их последствиями максимальные значения соответствуют всем видам медных и алюминиевых проводов и кабелей.

На рис. 1 и 2 приведено долевое распределение количества пожаров в помещениях электрощитовых и других помещениях, источниками которых стали электрические распределительные щиты. Их анализ показывает, что наибольшее количество пожаров зарегистрировано в зданиях жилого назначения (соответственно 54,7 % и 71,7 %) и сооружениях (установках) промышленного назначения (соответственно 19,2% и 3,5%).

Долевое распределение количества пожаров по причинам их возникновения в помещениях электрощитовых и других помещениях, источниками которых стали электрические распределительные щиты, в целом по России за 2023 г. приведено на рис. 3 и 4.

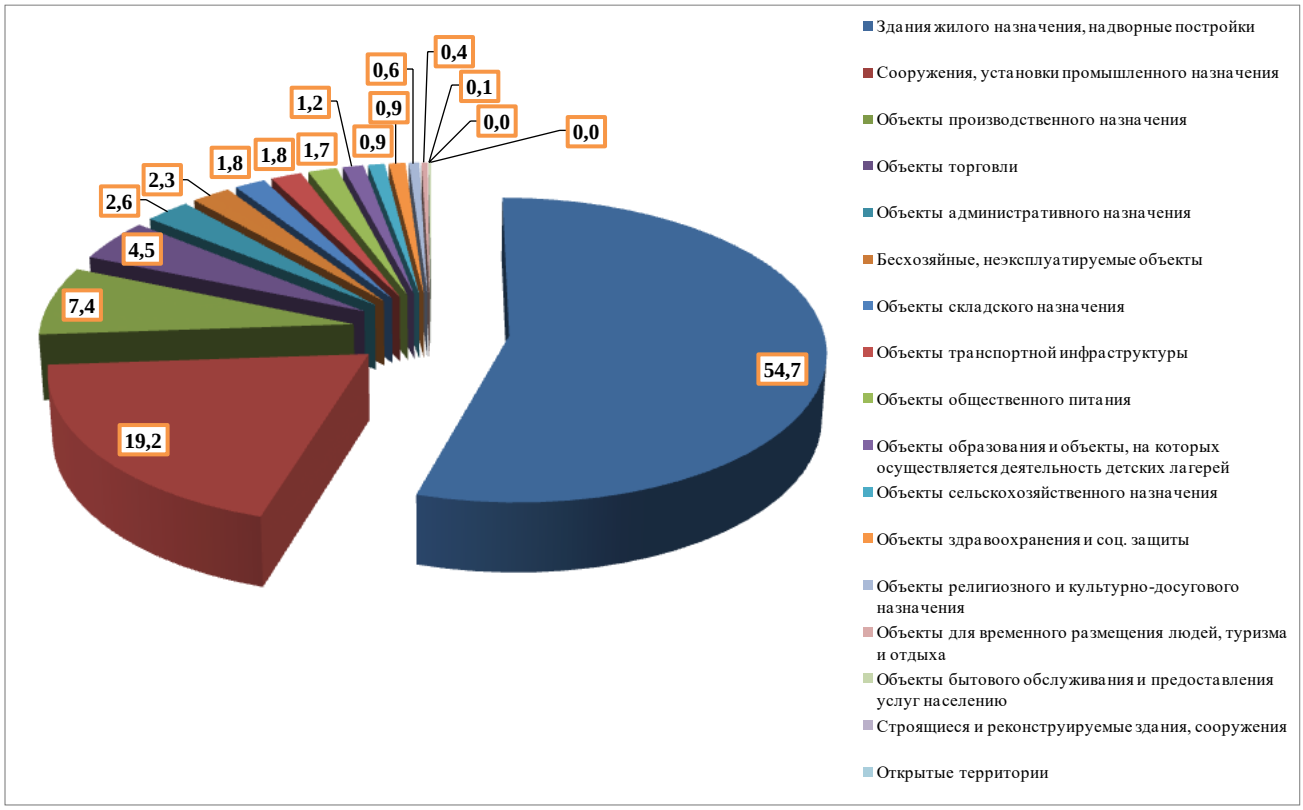


Рис. 1. Долевое распределение количества пожаров
в помещениях электрощитовых по объектам пожаров в 2023 г.

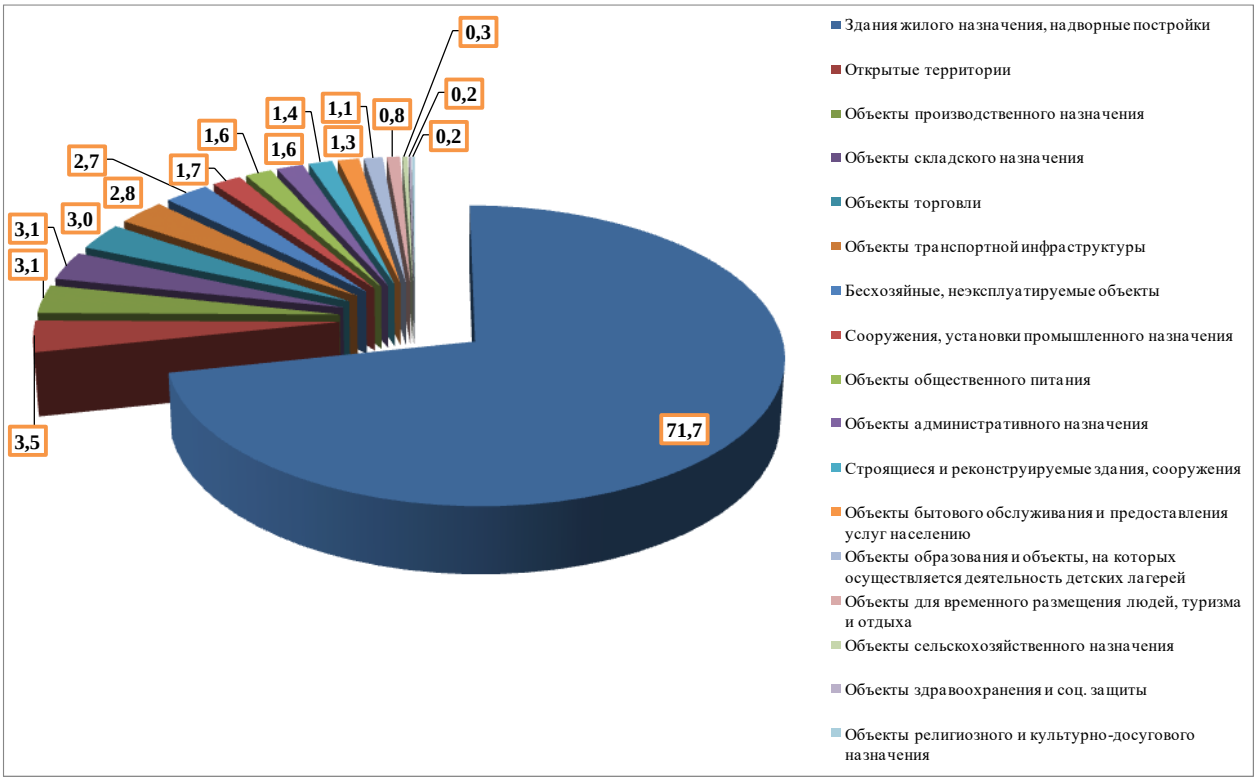


Рис. 2. Долевое распределение количества пожаров в помещениях, источниками которых стали электрические распределительные щиты, по объектам пожаров в 2023 г.

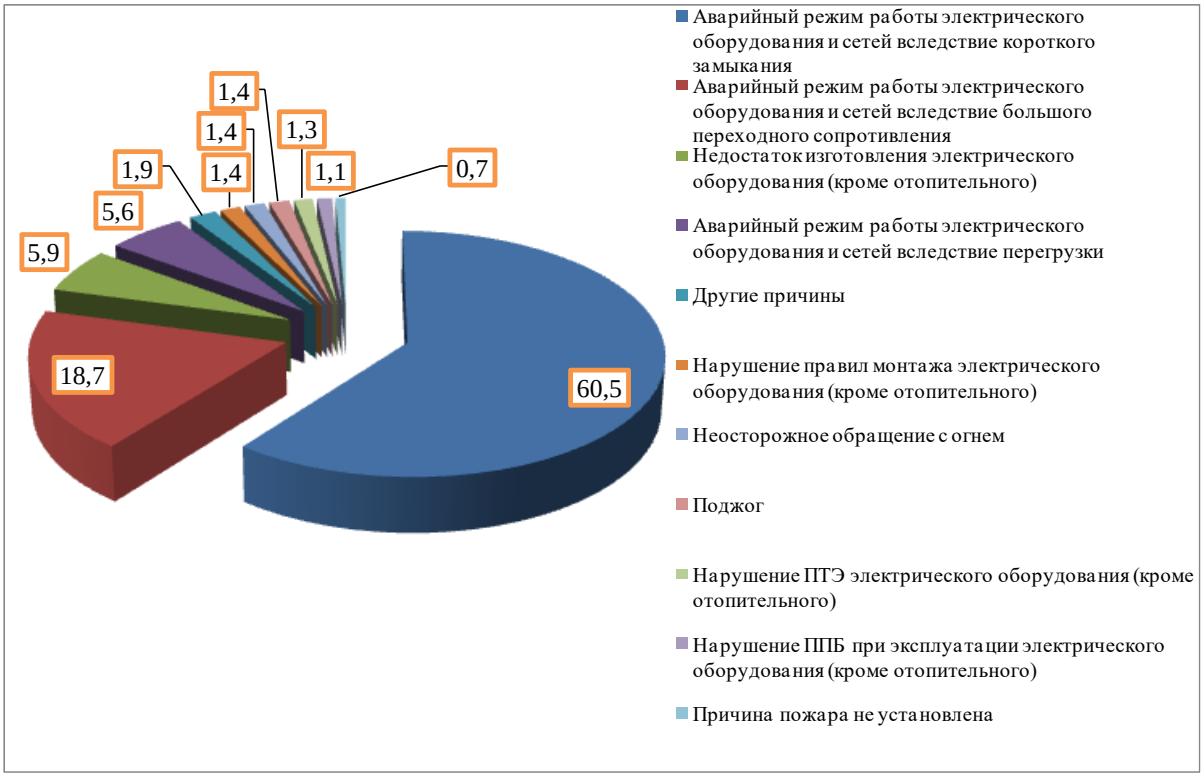


Рис. 3. Долевое распределение количества пожаров в помещениях электрощитовых по их причинам возникновения в 2023 г.

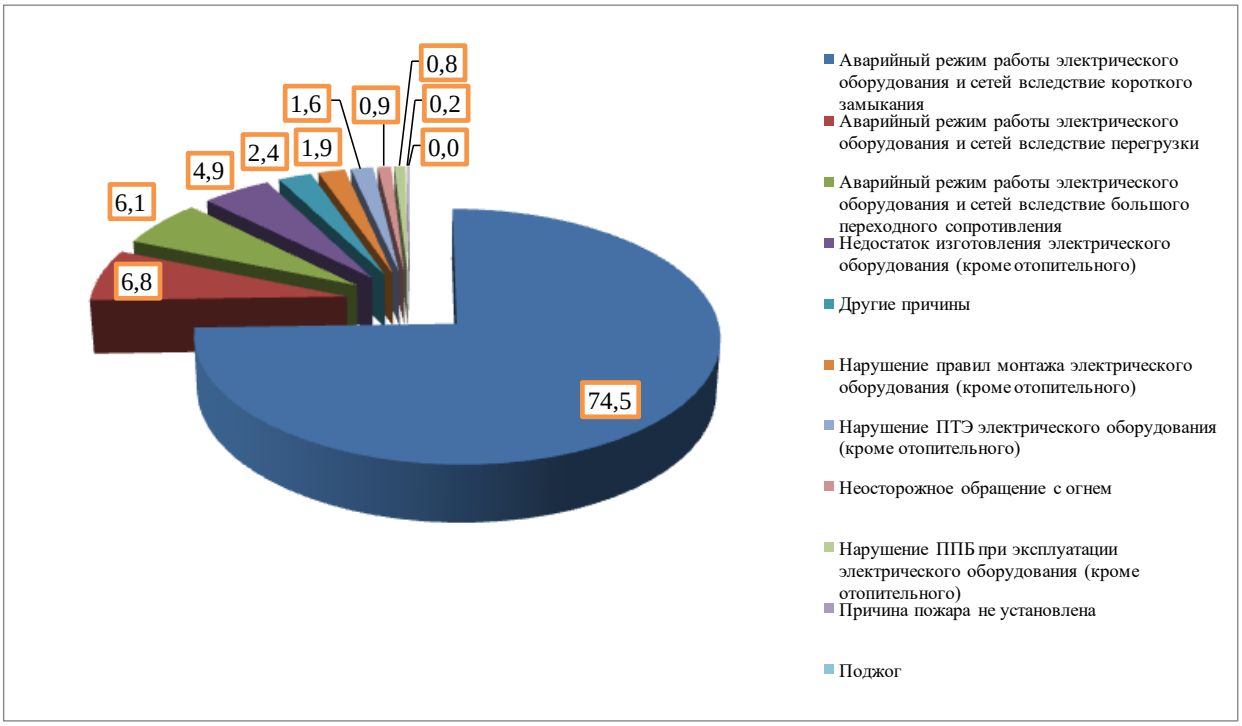


Рис. 4. Долевое распределение количества пожаров в помещениях, источниками которых стали электрические распределительные щиты, по их причинам возникновения в 2023 г.

Основными причинами пожаров в помещениях электрощитовых являются: аварийный режим работы электрического оборудования и сетей вследствие короткого замыкания (60,5 %) и аварийный режим работы электрического оборудования и сетей вследствие большого переходного сопротивления (18,7 %). Для пожаров в других помещениях, источниками которых стали электрические распределительные щиты, наиболее характерными причинами являются: аварийный режим работы электрического оборудования и сетей вследствие короткого замыкания (74,5 %) и аварийный режим работы электрического оборудования и сетей вследствие перегрузки электрических сетей (6,8 %).

Исходя из результатов анализа обстановки с пожарами и их последствий, для защиты критически важных и других объектов, нарушение функционирования которых может привести к нарушению работы значительного количества объектов различной инфраструктуры, целесообразно помещения электрощитовых и другие помещения с электрическими распределительными щитами оборудовать системами противопожарной защиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: информационно-аналитический сборник / В. С. Гончаренко, Т. А. Чечетина, В. И. Сибирко [и др.]. – Балашиха : ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. – 110 с. – EDN BSONFO.
2. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: Информационно-аналитический сборник / *В. С. Гончаренко, Т. А. Чечетина, В. И. Сибирко* [и др.]. – Балашиха : ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. – 80 с. – EDN IKFNVG.

УДК 699.814

М. А. Фролов, Н. А. Сизов, С. Н. Наконечный
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

О НЕОБХОДИМОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАКТИЧЕСКОЙ СТЕПЕНИ ОГНЕСТОЙКОСТИ ЗДАНИЯ

Степень огнестойкости является комплексным показателем огнестойкости зданий и сооружений, напрямую зависящей от значений пределов огнестойкости строительных конструкций. От корректного определения пожарно-технических характеристик может зависеть безопасность и эффективность работы пожарных подразделений. В статье представлены вопросы, связанные с определением фактических значений огнестойкости зданий и сооружений.

Ключевые слова: огнестойкость; степень огнестойкости; здания; сооружения; предел огнестойкости.

M. A. Frolov, N. A. Sizov, S. N. Nakonechnyy

ON THE NEED TO DETERMINE THE ACTUAL DEGREE OF FIRE RESISTANCE OF THE BUILDING

The degree of fire resistance is a complex indicator of the fire resistance of buildings and structures, which directly depends on the values of the fire resistance limits of building structures. The safety and effectiveness of fire departments may depend on the correct definition of fire-technical characteristics. The article presents issues related to the determination of the actual values of fire resistance of buildings and structures.

Key words: fire resistance; degree of fire resistance; buildings; structures; fire resistance limit.

Согласно определения Федерального закона [1] под степенью огнестойкости зданий и сооружений понимают классификационную характеристику, определяемую пределами огнестойкости конструкций,

© Фролов М. А., Сизов Н. А., Наконечный С. Н., 2024

применяемых для строительства зданий и сооружений.

Степень огнестойкости зданий подразделяется на требуемую и фактическую. В соответствии со ст. 87 [1] и п. 6 [2] требуемая степень огнестойкости должна устанавливаться в зависимости от этажности зданий, класса функциональной пожарной опасности, площади пожарного отсека и пожарной опасности происходящих в них технологических процессов. Пределы огнестойкости применяемых в строительстве строительных конструкций (определяющие фактическую степень огнестойкости зданий) должны соответствовать принятой (требуемой) степени огнестойкости зданий. Фактические значения пределов огнестойкости определяются экспериментально, а также могут оцениваться расчетным способом и по каталогам справочных данных.

Таким образом, фактическая степень огнестойкости здания – действительная степень огнестойкости запроектированного или построенного здания, определяемая по значениям фактических пределов огнестойкости (в минутах) основных строительных конструкций зданий и сооружений. Требуемая степень огнестойкости здания – минимально допустимая степень огнестойкости здания в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности (в частности свода правил [2]).

Некоторые практики в области пожарной безопасности считают, что фактическую степень огнестойкости здания рассчитывать нецелесообразно, так как существует требуемая степень огнестойкости, а фактическая, в свою очередь, должна ей соответствовать. То есть, если требуемая степень огнестойкости здания – III, то и фактическая должна быть III степенью.

При этом в соответствии с п.6.5.6. свода правил [2]: к одно- и двухэтажным одноквартирным домам (класса функциональной пожарной опасности Ф1.4 требования по степени огнестойкости и классу конструктивной пожарной опасности) не предъявляются. Это значит, что Вы можете строить подобные дома с V степенью огнестойкости – это ее требуемое значение (проектное). Но фактические степени огнестойкости, которые, по своей сути, показывают – через какое время может произойти обрушение при пожаре наименее огнестойкой строительной конструкции, нередко отличаются от требуемых значений и по условию соблюдения требований пожарной безопасности должны быть не ниже их. Конструкции из дерева могут обладать большой величиной своего сечения (толщиной), что в значительной мере влияет на значения пределов огнестойкости. И потому даже наименее огнестойкая строительная конструкция (такая как чердачное перекрытие) может иметь предел огнестойкости REI 15 – REI 45 [3]

В своем видеоблоге канала «proPB» инженер пожарной безопасности Князев Павел Юрьевич в видео под названием «Степень и предел огнестойкости» пришел к следующим заключениям:

1. На вопрос «Возможно ли по пределам огнестойкости стен и лестничных клеток, перекрытий определить степень огнестойкости здания?» был дан ответ «Да, конечно, невозможно… Это совершенно бессмысленно».

2. Возможно ли по пределам огнестойкости определить степень огнестойкости? Невозможно. Невозможно, да и не нужно. Ненужно и глупо.

3. Определение, содержащееся в Федеральном законе [1] «перевернуто с ног на голову» и, поэтому, принимать его во внимание не стоит. То есть не степень огнестойкости определяется пределами огнестойкости строительных конструкций, а пределы огнестойкости подбираются под степень огнестойкости здания.

С этими выводами трудно не согласиться, но проблема заключается в том, что фактическая степень огнестойкости может быть, как выше, чем требуемая, так и ниже, если вносятся какие-либо конструктивные изменения в объекте в процессе его эксплуатации. Поэтому фактическую степень огнестойкости целесообразно определять и, более того, наносить маркировку на здания, состоящую из пожарно-технических характеристик в соответствии со ст. 29 Федерального закона [1]. Например, «класс функциональной пожарной опасности Ф 5.1, III степени огнестойкости, класс конструктивной пожарной опасности С0».

Данная маркировка представляет собой информативную составляющую для пожарных подразделений, осуществляющих действия по тушению пожара. Подобная информация может дать представление о том, когда произойдет обрушение строительных конструкций. Это позволит избежать гибели пожарных, осуществляющих тушение пожара непосредственно в самом здании. Исходя из определения фактической степени огнестойкости, ее знание позволит оценить время до обрушения наименее устойчивой к огню конструкции при пожаре. Хоть эта оценка и является условной ввиду различия динамики реальных пожаров и стандартного температурного режима, определяемого выражением:

$$t = 345 \cdot \lg(8\tau + 1) + t_0, \qquad (1)$$

где t – температура в печи, соответствующая времени τ, °С, t_o – температура в печи до начала теплового воздействия (принимается равной температуре окружающей среды), °С; τ – время, исчисляемое от начала испытания, мин [4].

При этом на огнестойкость строительных конструкций в процессе их эксплуатации, кроме температурного режима нагрева, влияет еще ряд факторов:

1) Величина действующей нагрузки (нагруженная строительная конструкция имеет предел огнестойкости ниже, чем ненагруженная).

2) Статическая схема работы конструкции (конструкции, работающие на сжатие, растяжение, изгиб и т.д.).

3) Массивность сечения и схема обогрева (толщина конструкции и количество сторон, с которых происходит обогрев конструкции).

4) Наличие огнезащиты (применение конструктивной огнезащиты и средств огнезащиты существенно увеличивают предел огнестойкости).

5) Вид и свойства материалов, составляющих конструкцию (природа материала, составляющего конструкцию – деревянные, полимерные, металлические, натуральные и искусственные каменные материалы).

Как пример важности рассматриваемой темы – гибель двоих пожарных при пожаре в производственном здании в 2017 году в г. Иваново из-за обрушения межэтажных железобетонных перекрытий. Причина обрушения строительных конструкций – внесение конструктивных изменений в планировке основных помещений. Часть опор была убрана, поэтому нагрузка распределилась над оставшимися опорами. Несущая их способность (соответственно и предел огнестойкости) существенно снизилась.

Любое конструктивное решение должно отражаться на предложенной маркировке, чтобы пожарные подразделения имели представление о возможном поведении основных несущих (прежде всего вертикальных) строительных конструкций. Данная статья отражает важность определения фактических пожарно-технических характеристик с последующей их обязательной маркировкой на здания и сооружения в целях повышения безопасности эвакуации людей из зданий и сооружений и работ пожарных подразделений при тушении пожаров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изменениями и дополнениями).

2. СП 2.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты.

3. Наконечный С.Н. Всегда ли деревянные дома относятся к V степени огнестойкости? (Опубл. на сайте https://portal.edufire37.ru/ 24.07.2024).

4. ГОСТ 30247.0-94. Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования.

УДК 614.849

Т. Р. Хабиров*, М. А. Колбашов, В. И. Каменев, Д. А. Корчева
*****Дальневосточная пожарно-спасательная академия –
филиал Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

\

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ-112 И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ЕЁ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ

В статье проведен анализ системы экстренного вызова в России и других странах, а также предложены мероприятия по совершенствованию диспетчерского управления на основе современных информационных технологий.

Ключевые слова: система экстренного вызова, диспетчерский центр, современные информационные технологии, система-112.

T. R. Khabirov, M. A. Kolbashov, V. I. Kamenev, D. A. Korcheva

ANALYSIS OF THE -112 SYSTEM AND SUGGESTIONS FOR ITS IMPROVEMENT

The article analyzes the emergency call system in Russia and other countries, and also, suggests measures to improve dispatching management based on modern information technologies.

Key words: emergency call system, dispatch center, modern information technologies, system-112.

Введение:

Система-112 играет важную роль в обеспечении безопасности населения и территории. Эта система направлена на получение максимально возможного объёма информации о происшествиях и организацию экстренного реагирования, при взаимодействии с дежурно-диспетчерскими службами других ведомств. Кроме того, система-112 позволяет сократить время реагирования на происшествия и повысить эффективность действий сотрудников ведомств, занимающихся охраной жизни населения.

Обзор системы-112 и её значение для области защиты населения и территории

Система-112 запущена в 2011 году и включает в себя несколько подсистем, которые взаимодействуют между собой, обеспечивая быстрое и эффективное реагирование на происшествия. К основным подсистемам системы-112 относятся: дежурно-диспетчерская служба (далее — ДДС), центры

© Хабиров Т. Р., Колбашов М. А., Каменев В. И., Корчева Д. А., 2024

обработки вызовов (далее — ЦОВ), экстренные оперативные службы (далее —ЭОС) и службы спасения.

Центр обработки вызовов является ключевым звеном системы-112, в котором происходит обработка и передача информации о происшествиях в экстренные службы.

Так же центр является интегрируемым объектом системы-112, создается на территории для следующих целей:

– обеспечение приема вызовов от населения административного центра субъекта Российской Федерации и их передачи на обслуживание;

– централизованное хранение данных;

–взаимодействие с центром управления кризисными ситуациями МЧС России;

–в случае необходимости, прием вызовов со всей территории субъекта Российской Федерации.

Для эффективной работы используются современные информационные технологии, такие как системы автоматического распределения вызовов (далее– АРМ), геоинформационные системы (ГИС) и системы автоматизации рабочих мест диспетчеров (САРМ). Эти технологии позволяют оптимизировать процесс приема и обработки звонков на едином номере и обеспечить быстрое реагирование на экстренные ситуации.

Помимо этого, система-112 позволяет обеспечить оперативное взаимодействие между службами различных ведомств и координацию действий при возникновении ЧС. Это позволяет существенно ускорить реагирование на происшествия, обеспечить эффективное использование ресурсов и сократить время на оказание помощи пострадавшим. Кроме того, система-112 предоставляет возможность мониторинга и анализа статистических данных о происшествиях, что позволяет выявлять тенденции и проблемы в области безопасности и принимать меры для их предотвращения. Все эти факторы делают систему-112 важным инструментом в обеспечении безопасности жизнедеятельности населения и защите территории страны.

Описание выбранных для исследования информационных технологий

Конечная цель диспетчерского управления центра обработки вызовов системы-112 — оперативная и эффективная обработка вызовов и координация действий служб, ответственных за безопасность и помощь в экстренных ситуациях. В данном разделе будет рассмотрено описание информационных технологий, используемых в центре обработки вызовов 112, их функциональные возможности, а также преимущества и недостатки каждой из них.

Одной из основных информационных технологий, используемых в центре обработки вызовов 112, является автоматизированная система диспетчерского управления. Эта система позволяет операторам центра обработки вызовов быстро принимать вызовы, записывать информацию о происшествиях и

направлять необходимые службы для решения проблемы. В системе присутствует функция отображения местонахождения вызывающего лица, что позволяет быстро определить место происшествия и направить на место ближайшие службы.

Ещё одной важной технологией является система видеонаблюдения. С её помощью диспетчеры могут получать доступ к видеозаписям происшествий, которые позволяют лучше понимать ситуацию и принимать более правильные решения. Кроме того, система видеонаблюдения позволяет диспетчерам контролировать работу служб на месте происшествия.

Анализ существующих систем диспетчерского управления центра обработки вызовов системы-112 в России, США и Европейском союзе.

Одной из ключевых технологий обработки вызовов является система автоматического распознавания речи (ASR). В России в качестве ASR используется система «Милантекс», которая осуществляет распознавание на русском языке. В США ASR широко используется в системах диспетчерского управления, таких как «911», «311» и других. Европейские страны также используют ASR в своих системах диспетчерского управления.

Системы голосовой связи позволяют быстро передавать информацию и координировать действия между диспетчерами и оперативными службами. В России такая система широко используется в центрах обработки вызовов системы-112, также, как и в других странах.

Однако, по сравнению с системами в США и Европейском союзе, система диспетчерского управления центра обработки вызовов системы – 112 в России отличается более слабой интеграцией с другими оперативными службами и ограниченным использованием технологий для определения местоположения вызывающего абонента. Это приводит к задержкам при приёме вызовов и неэффективной координации действий между диспетчерами и оперативными службами.

В США система диспетчерского управления центра обработки вызовов системы–911 интегрирована с другими оперативными службами, такими как пожарные и скорая помощь. Также система оснащена передовыми технологиями, такими как GPS и системы распознавания речи.

Система диспетчерского управления в США – это наиболее развитая система, которая основана на принципе быстрой и эффективной обработки вызовов. Она позволяет операторам быстро определить местоположение вызова и отправить на место наиболее подходящую команду спасателей или полицейских. Однако, эта система требует значительных инвестиций в оборудование и технологии, что может быть проблематичным для некоторых стран.

Европейская система диспетчерского управления, в свою очередь, сосредоточена на упрощении и ускорении процесса обработки вызовов, чтобы максимально быстро отправить на место инцидента наиболее подходящую команду спасателей или полицейских. Вместе с тем, некоторые страны не

готовы инвестировать в эту систему, так как она может быть дорогой и требовательной к ресурсам.

Система диспетчерского управления в России, в основном, разработана на базе европейских технологий. Эта система имеет достаточно широкую функциональность и оснащена множеством современных инструментов для управления и обработки вызовов. Однако, в России могут возникнуть проблемы с недостаточной подготовкой персонала и устаревшим оборудованием.

Предложения по совершенствованию диспетчерского управления на основе современных информационных технологий

Исходя из анализа существующих систем диспетчерского управления в России, США и Европейском союзе, а также с учётом последних достижений в области информационных технологий, можно предложить следующие меры для совершенствования диспетчерского управления на основе современных информационных технологий предлагается:

1. Внедрение системы автоматического распознавания речи на основе искусственного интеллекта — это одно из направлений совершенствования диспетчерского управления в системе-112. Эта технология позволяет распознавать голосовые команды, определять их приоритетность и направлять на соответствующий отдел для обработки. В результате, можно ускорить время реагирования на вызовы и повысить качество обслуживания. Для внедрения системы автоматического распознавания речи необходимо провести анализ и выбрать наиболее эффективное программное обеспечение. Также следует провести подготовительную работу, связанную с обучением искусственного интеллекта на различные диалекты и акценты. Для более точного распознавания голосовых команд необходимо также провести анализ словаря, который будет использоваться в системе, и оптимизировать его под нужды центра обработки вызовов.

Одним из преимуществ внедрения системы автоматического распознавания речи является возможность ускорения времени реакции на вызовы, поскольку данная технология позволяет автоматически определять приоритетность вызовов и направлять их на соответствующий отдел. Это также позволяет упростить процесс обработки вызовов и снизить количество ошибок при передаче информации между операторами и диспетчерами.

Однако, следует учитывать и некоторые недостатки данной технологии, такие как возможность ошибочного распознавания голосовых команд при наличии шума на фоне или при неправильном произношении слов. Поэтому, перед внедрением системы автоматического распознавания речи необходимо провести тестирование на работоспособность и оптимизировать её под нужды конкретного центра обработки вызовов.

2. Совершенствование системы геопозиционирования – это одно из ключевых предложений по совершенствованию диспетчерского управления в центре обработки вызовов системы-112. Данная технология позволяет быстро и точно определять местоположение вызова и автоматически маршрутизировать

его к ближайшему свободному диспетчеру. В результате, время на обработку вызова и нахождение подходящего специалиста для его обработки сокращается, что приводит к более быстрой и эффективной работе диспетчеров. Кроме того, использование усовершенствованной системы геопозиционирования позволяет улучшить качество обслуживания, так как реагирование на вызовы будет выполняться в кратчайшие сроки, что поможет пострадавшим получить необходимую помощь.

Внедрение системы геопозиционирования также позволяет улучшить контроль над работой диспетчеров. В случае отсутствия свободных специалистов в ближайшей локации, система автоматически маршрутизирует вызов к диспетчеру, находящемуся в более удалённой локации, что повышает эффективность использования ресурсов и снижает нагрузку на ближайшие отделы.

3. Внедрение мобильных приложений является одним из наиболее перспективных направлений развития системы диспетчерского управления. Это позволяет ускорить и упростить процесс обработки вызовов, а также обеспечить более быстрый доступ к информации о статусе вызова и его дальнейшей обработке. Мобильные приложения могут быть разработаны для различных категорий пользователей: для граждан, которые нуждаются в экстренной помощи, для врачей, полицейских и других специалистов, которые занимаются обработкой вызовов. Приложения могут быть снабжены функциями, позволяющими быстро и удобно передавать информацию о вызове, его местоположении и срочности, а также получать информацию о дальнейшей обработке вызова.

Важным аспектом внедрения мобильных приложений является их доступность и простота использования. Приложения должны быть разработаны с учётом потребностей конечных пользователей и обладать интуитивно понятным интерфейсом. Кроме того, необходимо обеспечить стабильную работу приложений и защиту информации, передаваемой через них. Таким образом, внедрение мобильных приложений является одним из наиболее эффективных способов совершенствования системы диспетчерского управления. Оно позволит ускорить процесс обработки вызовов и повысить качество обслуживания.

4. Внедрение системы аналитики данных позволит мониторить работу диспетчеров и определять наиболее эффективные методы работы. С помощью аналитики данных можно будет выявлять слабые места в работе диспетчеров и проводить необходимые корректировки.

Одним из основных преимуществ системы аналитики данных является возможность выявлять ошибки в работе диспетчеров. Система будет собирать информацию о работе каждого диспетчера, включая время ответа на вызов, продолжительность обработки вызова, количество принятых и отклонённых вызовов и другие данные. После сбора данных система проведёт анализ и выявит, где возникают проблемы.

В результате внедрения системы аналитики данных, диспетчеры смогут получать обратную связь и улучшать качество своей работы. Например, если система выявит, что диспетчер тратит слишком много времени на обработку вызовов низкой важности, то будет предложено оптимизировать его рабочий процесс и распределять вызовы более эффективно. Также, система аналитики данных позволит выявлять наиболее эффективные методы работы диспетчеров и делиться этой информацией с остальными диспетчерами. Например, если система выявит, что один диспетчер обрабатывает вызовы быстрее других, то его методы могут быть распространены на других диспетчеров.

В целом, внедрение системы аналитики данных позволит повысить эффективность работы диспетчерского центра и улучшить качество обслуживания. Она поможет диспетчерам быстрее и точнее обрабатывать вызовы, а также улучшать свои навыки работы благодаря обратной связи от системы.

Заключение

В современном мире современные информационные технологии играют важную роль в управлении и организации работы различных систем, в том числе и центров обработки вызовов системы-112. Внедрение современных информационных технологий, таких как системы автоматического распознавания речи на основе искусственного интеллекта, улучшения систем геопозиционирования, распространения мобильных приложений и систем авторизации граждан, может значительно повысить эффективность работы диспетчеров и качество обслуживания вызовов.

Влияние современных информационных технологий на эффективность диспетчерского управления центра обработки вызовов системы-112 заключается в следующем:

Сокращение времени реакции на вызовы. Системы автоматического распознавания речи позволяют диспетчерам быстрее распознавать голосовые команды и направлять их на соответствующий отдел для обработки. Это сокращает время обработки вызовов и повышает качество обслуживания.

Упрощение процесса обработки вызовов. Системы геопозиционирования помогают быстро определять место положение вызова и автоматически маршрутизировать его к ближайшему свободному диспетчеру. Это сокращает время на обработку вызова и нахождение подходящего специалиста для его обработки, что в свою очередь повышает эффективность работы диспетчеров.

Повышение качества обслуживания. Мобильные приложения и системы авторизации позволяют быстро передавать информацию о вызове и его суть, а также прослеживать работу диспетчеров и выявлять ошибки в их работе. Это помогает предоставлять более качественное обслуживание вызовов и улучшать работу диспетчеров.

Более оперативное реагирование на поступающие заявки. Развитие системы взаимодействия между различными органами и службами в случае массовых ЧС, таких как землетрясения, наводнения и пожары, позволяет

обеспечивать более быстрое реагирование на ЧС и координацию действий между различными органами. Это существенно повышает эффективность работы системы-112 в условиях массовых ЧС. Кроме того, современные мобильные приложения также играют важную роль в ускорении обработки вызовов. Они позволяют пользователям быстро и удобно передавать информацию о вызове, включая его местоположение и суть, что упрощает работу диспетчерам и сокращает время обработки.

Однако, чтобы добиться максимальной эффективности от современных информационных технологий, необходимо провести комплексную работу по их внедрению и обучению диспетчеров и других сотрудников центра обработки вызовов. Это включает в себя не только установку необходимых программных и аппаратных средств, но и подготовку специалистов, которые будут работать с этими технологиями. также необходимо учитывать, что современные информационные технологии не являются универсальным решением для всех проблем, связанных с диспетчерским управлением. Они могут сокращать время обработки вызовов и упрощать процесс работы, но не могут заменить человеческий фактор и опыт диспетчеров. Поэтому важно находить баланс между использованием современных технологий и опытом специалистов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства РФ от 21 ноября 2011 г. № 958 «О системе обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112» / https://base.garant.ru/55172604/

2. Постановление Правительства РФ от 16 апреля 2012 г. № 313 «Об утверждении Положения о лицензировании деятельности по разработке, производству, распространению шифровальных (криптографических) средств, информационных систем и телекоммуникационных систем, защищенных с использованием шифровальных (криптографических) средств, выполнению работ, оказанию услуг в области шифрования информации, техническому обслуживанию шифровальных (криптографических) средств, информационных систем и телекоммуникационных систем, защищенных с использованием шифровальных (криптографических) средств (за исключением случая, если техническое обслуживание шифровальных (криптографических) средств, информационных систем и телекоммуникационных систем, защищенных с использованием шифровальных (криптографических) средств, осуществляется для обеспечения собственных нужд юридического лица или индивидуального предпринимателя)». / https://base.garant.ru/70164728/

3. Бородин М.П., Гайсин О.Н. « «Дежурно-диспетчерская служба 01 системы 112: учебно-методическое пособие».- Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, 2014.- 134с.

4. Репин Ю. В. Основы безопасности человека в экстремальных ситуациях: учебное пособие / Ю. В. Репин, Р. А. Шабунин, В. А. Середа. – Екатеринбург: Уральский педагогический университет, 1999. - 108 с.

5. The Guardian [Электронный ресурс]: режим доступа - https://www.theguardian.com/us-news/2023/feb/11/ohio-train-derailment-wake-up-call - / Ohio catastrophe is «wake-up call» to dangers of deadly train derailments).

УДК 614.84

А. А. Халилова, Н. В. Тихонова
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

ИССЛЕДОВАНИЕ САМОЗАТУХАЕМОСТИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ВОДООТТАЛКИВАЮЩЕЙ ПРОПИТКОЙ ДЛЯ РАБОЧЕЙ ОДЕЖДЫ

В статье рассмотрен вопрос о использовании гидрофобизирующих веществ для текстильных материалов в качестве придания водоотталкивающих свойств, которые могут быть горючими. Рассмотрены основные причины возникновения воспламеняемости текстильных материалов в зависимости от волокнистого состава. Исследована способность к самозатуханию водоотталкивающих материалов обработанных силаном и хлорпарафином и промышленные аналоги.

Ключевые слова: текстильные материалы, силан, хлорпарафин, водоотталкивающая пропитка, огнестойкость, самозатухаемость.

A. A. Khalilova, N. V. Tikhonova

STUDY OF SELF-EXTINGUISHABILITY OF TEXTILE MATERIALS WITH WATER-REPELLENT IMPREGNATION FOR WORKWEAR

The article considers the use of hydrophilizing agents for textile materials as imparting water-repellent properties, which can be flammable. The main causes of flammability of textile materials depending on fiber composition are considered. The self-extinguishing ability of water-repellent materials treated with silane and chloroparaffin and industrial analogs is investigated.

Keywords: textile materials, silane, chloroparaffin, water-repellent impregnation, fire resistance, self-extinguishability.

В современном мире, где пожары представляют собой серьёзную угрозу для жизни и имущества людей, обеспечение пожарной безопасности становится одной из важнейших задач. Одной из основных причин возникновения пожара и получения ожоговых поражений человеком при воздействии открытого пламени и теплового потока высокой интенсивности является использование горючих материалов в одежде [1].

© Халилова А. А., Тихонова Н. В., 2024

В настоящее время, представленный ассортимент текстильных материалов на рынке для рабочей одежды изготавливаются в основном из синтетических волокон. Использования большого процентного количества «синтетики» в материалах приводит к повышению статического электричества. В промышленности статическое электричество представляет наибольшую взрывопожароопасность. Искра, возникающая из-за статического электричества, может иметь большую энергию, чем минимальная энергия зажигания некоторых опасных веществ [2].

Рабочая одежда из материалов натурального происхождения обязана своим свойствам и преимуществам в следующих показателях: хорошо впитывает влагу и обладает высокой воздухопроницаемостью, мягкая и удобная в носке, имеют достаточную теплоизоляцию [3]. Однако, использование натуральных материалов, обладая высокими достоинствами, недостаточно для проектирования рабочей одежды. Так как в настоящее время, одним из основных требований к текстильным материалам для рабочей одежды является защита от неблагоприятных воздействий погодных условий и общих производственных загрязнений, таким образом, для достижения защитной цели текстильные материалы подвергают обработке гидрофобными пропитками [4, 5]. В свою очередь, при обработке гидрофобными пропитками у материала снижается показатель огнестойкости, так как повышается содержание отделочных химических веществ, которые могут быть горючими [7].

Одним из способов повышения уровня пожарной безопасности является использование самозатухающих текстильных материалов. Самозатухающие текстильные материалы — это материалы, которые обладают способностью к самозатуханию после воздействия пламени. Они могут быть изготовлены из различных волокон, таких как хлопок, шерсть, синтетические волокна или их комбинации с нанесенными антипиренами.

Изготовление рабочей одежды из самозатухающих текстильных материалов может предотвратить распространение пламени и защитить человека от ожогов и других травм, связанных с огнём. Это особенно актуально для рабочих мест, где существует повышенная опасность пожара.

Таким образом, возникает интерес к исследованию показателя самозатухаемости материалов обработанных водоотталкивающей пропиткой.

Ранее нами получена водоотталкивающая пропитка с применением следующих компонентов и концентраций: дистиллированная вода комнатной температуры (92,50 мл), силан марки А-1100 (5,00 мл) и хлорпарафин (ХП) марки ХП-470 (2,50 мл).

Эксперимент проводился в два этапа. На первом этапе исследований определяли огнестойкость исследуемых водоотталкивающих текстильных материалов по ГОСТ Р 12.4.200-99.

В качестве контрольных образцов выбраны текстильные материалы:

- Саржа, хлопок – 100 %, «Балтийский текстиль», РФ;
- Брезент, лен – 60 %, хлопок – 40 %, «ТканиТЕКС», РФ.

В качестве опытных образцов представлены материалы саржи и брезента, обработанные пропиткой из силана марки А-1100 и ХП-470 при концентрации 5,00х2,50 с подтвержденными гидрофобными свойствами (краевой угол смачивания: саржи – 104 град., брезента 116 град., время впитывания капли саржи и брезента 60 мин).

Для сравнительного анализа отобраны материалы промышленных аналогов отечественных и зарубежных производителей с водоотталкивающей пропиткой:

- Саржа Премьер Cotton 250, хлопок – 100 % «Чайковский текстиль», РФ;
- Саржа-240, хлопок – 100 %, «Балтийский текстиль», РФ;
- Саржа Канвас, хлопок – 100 %, Китай;
- Брезент, «Балтийский текстиль», лен – 60 %, хлопок – 40 %, РФ.

Показатель огнестойкости текстильных материалов представлен в таблице.

Таблица. **Показатель огнестойкости текстильных материалов**

Наименование показателя	**Наименование образцов**							
	контрольные образцы		**опытные образцы**		**промышленные аналоги**			
	Саржа, «Балтийский текстиль», РФ	**Брезент, «ТканиТЕКС», РФ**	**Саржа (силан+ХП)**	**Брезент (силан + ХП)**	**Саржа Премьер Cotton 250, «Чайковский текстиль», РФ**	**Саржа-240, Балтийский текстиль, РФ**	**Саржа Канвас, Китай**	**Брезент, «Балтийский текстиль», РФ**
Огнестойкость, с	4	5	8	11	4	5	5	5

На втором этапе исследований, по полученным результатам, представленные в таблице, оценивался показатель самозатухаемости. Одним из основных показателей самозатухания текстильных материалов является время самостоятельного горения. Это время, в течение которого материал продолжает гореть после удаления источника пламени. В соответствии с требованиями пожарной безопасности, время самостоятельного горения текстильных материалов должно быть не более 5 секунд.

Эксперимент проводился следующим образом: каждый исследуемый образец выдерживался под источником пламени в течении соответствующего времени (таблица), после удаления источника пламени оценивали время остаточного горения. Эксперимент показал, что контрольные образцы и образцы промышленных аналогов после удаления источника пламени не самозатухались, а сгорали с последующим усилением пламени. Опытные

образцы показали положительный результат, после удаления источника пламени, образцы в течении 3 сек самозатухались.

Таким образом, обработка текстильных материалов из натуральных волокон пропиткой из силана марки А-1100 и ХП-470 является эффективным методом придания им гидрофобных свойств, с увеличением огнестойкости и достаточной самозатухающей способностью, что делает такие материалы перспективными для использования в производстве рабочей одежды и других изделий. Однако для более глубокого понимания механизмов действия силана и ХП на текстильные материалы требуются дальнейшие исследования методами: ИК-спектроскопии, конфокальной лазерной сканирующей микроскопии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байбара, В. С. Разработка огнезащитного и пламягасящего материала одежды / В. С. Байбара, С. Я. Пичхидзе // Молодой ученый. – 2015. – № 24-1(104). – С. 58-60. – EDN VDFUTL.

2. Халилова, А. А. Исследование электризуемости текстильных материалов, обработанных кремнийорганическим соединением / А. А. Халилова, Н. В. Тихонова // Новации в процессах проектирования и производства изделий легкой промышленности: Материалы I Всероссийской научной конференции с международным участием, Казань, 25–28 апреля 2023 года. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2023. – С. 273-276. – EDN YSGQJT.

3. Нуркулов, Ф. Н. Повышение огнестойкости текстильных тканей на основе целлюлозы / Ф. Н. Нуркулов, А. Р. Раупов, А. Т. Джалилов // Universum: технические науки. – 2021. – № 7-2(88). – С. 79-82. – DOI 10.32743/UniTech.2021.88.7.12111. – EDN BBPUNM.

4. Халилова, А. А. К вопросу о применении раствора силана в качестве заключительной отделки в производстве текстильных материалов / А. А. Халилова, Н. В. Тихонова // Костюмология. – 2022. – Т. 7.-№ 1. – EDN UMVSWY.

5. Набиев Н.Д. Изучение процесса гидрофобизации хлопцатобумажных текстильных материалов новыми аппретами // Universum: технические науки: электрон. Научн. Журн. 2022. 4(97). С. 8-11 URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/13400

6. Морозов А.В. Современные технологические ресурсы формирования гидрофобных свойств текстильных материалов // Международный студенческий научный вестник. 2018. -№ 5.

7. Придание огнестойкости текстильным материалам различного назначения / Е. Л. Владимирцева, С. В. Смирнова, О. И. Одинцова, М. В. Винокуров // Российский химический журнал. – 2014. – Т. 58, № 2. – С. 49-58. – EDN UGDRGR.

УДК 614.849

И. Ф. Хафизов, Р. В. Халиков
ФГБОУ ВО Уфимский государственный нефтяной технический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ СНИЖЕНИЯ ПАДАЮЩЕГО ТЕПЛОВОГО ПОТОКА НА ОБЪЕКТЫ, ЗАЩИЩАЕМЫЕ ДРЕНЧЕРНЫМИ ЗАВЕСАМИ

Дренчерная завеса является одним из видов противопожарных преград, спектр использования которой с каждым годом увеличивается. В работе рассмотрен вопрос оценки эффективности использования дренчерных завес для защиты зданий, подвергаемых воздействию теплового потока от пожара, располагаемого в экстремальной близости от защищаемого объекта.

Ключевые слова: дренчерная завеса, тепловой поток, противопожарный разрыв, факельное горение.

I. F. Hafizov, R. V. Khalikov

INVESTIGATION OF THE REDUCTION OF THE INCIDENT HEAT FLOW TO OBJECTS PROTECTED BY DRAINAGE CURTAINS

The drainage curtain is one of the types of fire barriers, the range of use of which is increasing every year. The paper considers the issue of evaluating the effectiveness of using drainage curtains to protect buildings exposed to heat flow from a fire located in extreme proximity to the protected object.

Key words: gorenje curtain, heat flow, fire-fighting gap, flare burning.

Вода с незапамятных времен используется как огнетушащее вещество для целей пожаротушения. Ее охлаждающий эффект позволяет, как ликвидировать пожар, так и предотвращать его распространение за счет высокой теплоотводящей способности [1]. Охлаждающая способность воды нашла свое практическое применение в таком техническом решении как дренчерная завеса.

В настоящее время спектр использования дренчерной завесы закреплен в нормативных документах, и направлен на ее устройство в качестве противопожарной преграды для выделения помещений или частей зданий [2, 3]. Однако, известны случаи ее использования в качестве противопожарной преграды между объектами при невозможности соблюдения противопожарных разрывов. Техническое решение в таком случае подразумевает устройство дренчерной завесы в две нитки с расходом 1 литр в секунду на погонный метр завесы. При этом дренчерная завеса должны быть выше и шире на 1 метр защищаемых объектов, или же устраиваться непосредственно на стену наибольшего из защищаемых объектов. В работе разберем, на сколько

© Хафизов И. Ф., Халиков Р. В., 2024

эффективно использование данного решения при защите объектов «экстремально близко» размещенных друг к другу.

Исследования проводились на программного комплекса Pyrosim с использованием полевой модели оценки распространения опасных факторов пожара [4, 5]. Для расчётов было создано имитационное пространство с постоянной температурой, равной 20 °С. Скорость воздушного потока принята равной 0 м/с, то есть исключено ее влияние.

В объеме созданного пространства смоделирован надземный газопровод, а также расположенное на расстоянии 10 метров от оси трассы газопровода здание. В качестве расчетного сценария выбрано факельное горение при разгерметизации газопровода. Дренчерная завеса задана непосредственно на фасаде стены смоделированного здания, обращенной в сторону газопровода. Данное решение вызвано практическими соображения, так как размещение дренчерной завесы между объектами капитального строительства при реальных условиях крайне трудно, что в первую очередь связано с необходимостью продумывания конструкций опоры для завесы, а также сложностями сохранения логистических (технологических) цепей между рассматриваемыми объектами.

Расчетное моделирование проводилось многократно при различной заданной интенсивности работы дренчерной завесы (от 0,1 до 1,5 литра в секунду на погонный метр завесы). В интервале от 0,1 до 0,5 литров в секунду на погонный метр завесы значение теплового потока, падающего на стену здания, превышало более 10,0 кВт/м^2, что говорит о крайне низкой эффективности (в соответствии с Таблицей П4.4 Приказа МЧС России № 404 данный результат указывает на то, что люди попавшие в контакт с данным тепловым излучением будут получать ожоги 1 степени уже спустя 6–8 секунд, а ожоги 2 степени — спустя 10–12 секунд) [6]. На рис. 1 продемонстрировано отображение результатов интенсивности теплового излучения при работе дренчерной завесы с интенсивностью 0,5 литров в секунду на погонный метр.

При дальнейшем увеличении интенсивности подачи воды до 1,0 л/с·м были получено общее снижение теплового потока порядка 16 кВт/м^2 (с 19,6 до 3,5 кВт/м^2). Однако, значение 3,5 кВт/м^2 в соответствии с нормативными документами не является «безопасной границей» для нахождения людей. В последствии при дальнейших расчета было найдено значении интенсивности работы дренчерной завесы равной 1,3 л/с позволяющее снизить падающий тепловой поток до 1,4 кВт/м^2 (рис. 2).

Общее снижение интенсивности теплового излучения при работе дренчерной завесы с интенсивностью от 0,1 до 1,5 л/с·м показано на рис. 3.

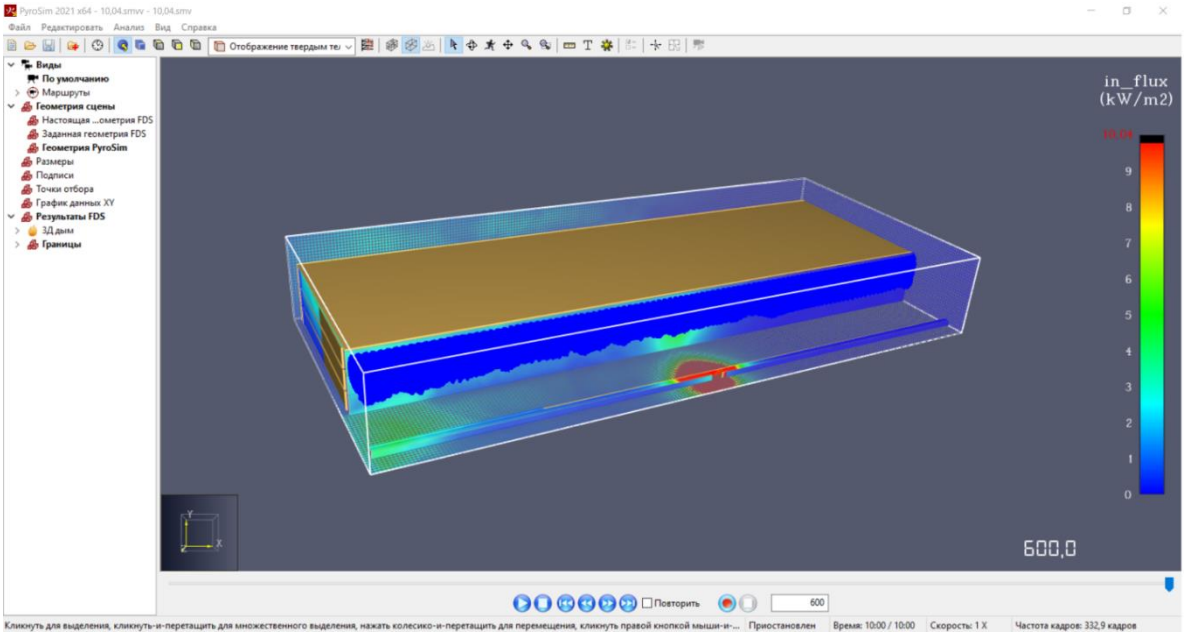


Рис. 1. Распределение интенсивности теплового излучения при интенсивности работы дренчерной завесы 0,5 л/с·м

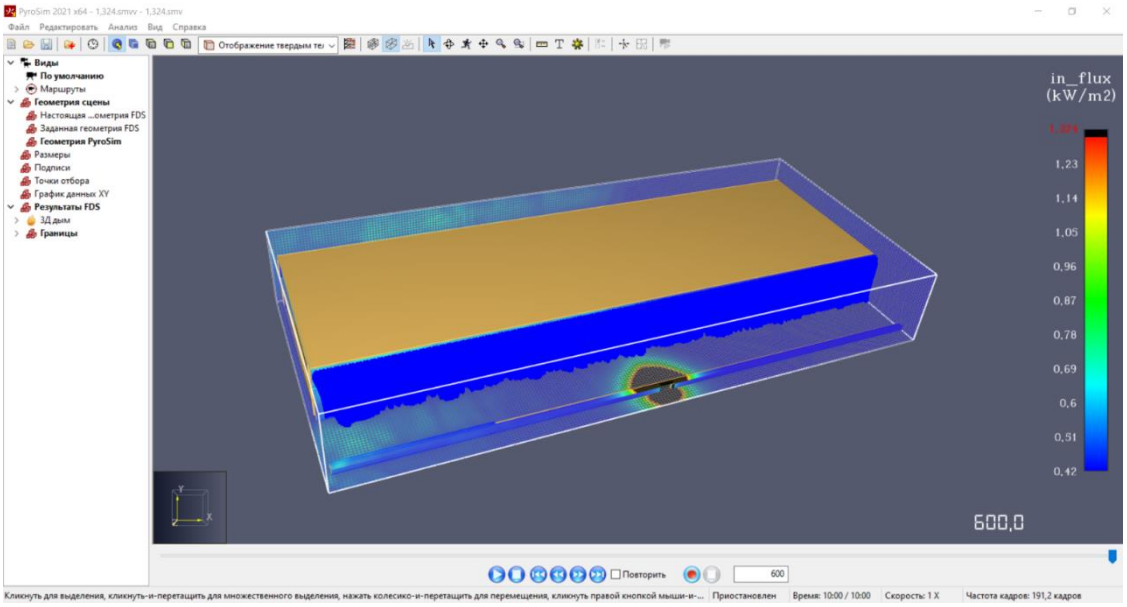


Рис. 2. Распределение интенсивности теплового излучения при интенсивности работы дренчерной завесы 1,3 л/с·м

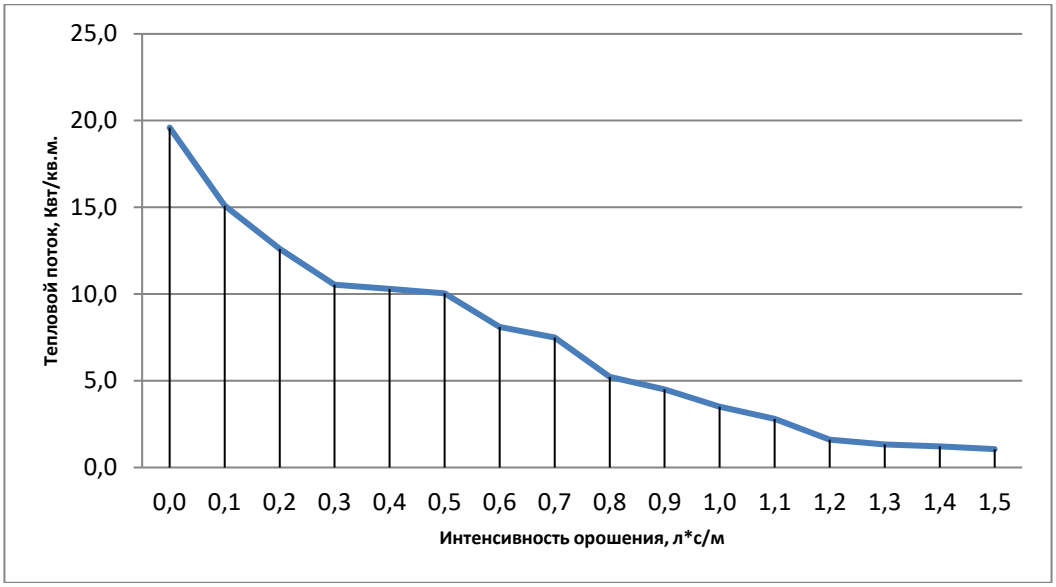


Рис. 3. Зависимость между интенсивностью подачи воды (в диапазоне от 0,1 до 1,5 л/с·м) и тепловым потоком при моделировании газопровода и здания на расстоянии 10 метров между собой

Полученные результаты свидетельствуют о важности индивидуального подхода к использованию дренчерных завес в качестве компенсирующего мероприятия при обосновании снижения противопожарных разрывов между объектами. Применение расчетного моделирования позволит точечно подобрать необходимый расход орошения дренчерной завесы, так как снижение теплового потока не имеет линейной зависимости от расхода воды на орошение при работе дренчерной завесы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безбородов В.И. Защита светопрозрачных конструкций водяными завесами // Проблемы техносферной безопасности: материалы международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов. 2012. № 1. С. 50-52.

2. Шарафутдинов А.А., Краснов А.В., Газизов А.М. Исследование поведения стеновых сэндвич-панелей, орошаемых дренчерной завесой, при одностороннем тепловом воздействии // Безопасность труда в промышленности. 2022. № 2. С. 27-31.

3. Хованская В.И., Краснов А.В. Повышение предела огнестойкости стеновых сэндвич панелей с помощью дренчерных завес // Актуальные проблемы и тенденции развития техносферной безопасности в нефтегазовой отрасли: материалы II Международной научно-практической конференции. 2019. С. 125.

4. Валиуллина Р.А., Шарафутдинов А.А. Определение безопасных противопожарных расстояний между зданиями с использованием трехмерного моделирования в Pyrosim // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2023. С. 17-30.

5. Малый И.А., Потёмкина О.В., Сидоров С.Г., Мочалов А.С., Неткачев В.В., Ясинский И.Ф., Ясинский Ф.Н. Моделирование процессов розлива нефтепродуктов по водной поверхности с использованием суперкомпьютеров с графическими ускорителями // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. 2013. № 6. С. 90-94.

6. Приказ МЧС РФ от 10.07.2009 № 404 (ред. от 14.12.2010) «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» – URL: https://sudact.ru/law/prikaz-mchs-rf-ot-10072009-n-404/

УДК 614.849

Д. Е. Цветков
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

МОДЕЛИ СОРБЦИИ АНТИПИРЕНОВ ДРЕВЕСИНОЙ ДЛЯ ЧИСЛЕННЫХ РАСЧЕТОВ В ЦЕЛЯХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТИРОВ ПРОЦЕССА

Автором предложена математическая модель для описания изменения концентрации антипирена в водном растворе при автоклавировании древесины, проведен оценочный расчет для системы «раствор бишофита – древесина сосны».

Ключевые слова: автоклав, древесина, огнезащитная обработка.

D. E. Tsvetkov

MODELS OF FLAME RETARDANTS SORPTION BY WOOD FOR NUMERICAL CALCULATIONS IN ORDER TO DETERMINE THE MAIN PARAMETERS OF THE PROCESS

The author proposed a mathematical model to describe changes in the flame retardant concentration in an aqueous solution during autoclaving of wood, an estimated calculation was carried out for the system «bischofite solution – pine wood».

Key words: autoclave, wood, flame retardant treatment.

Влияние влажности на строительные материалы неоднократно рассматривалось исследователями [1–3]. Известно, что повышенная влажность способствует гидратации цемента и увеличению прочности плотных материалов. Для теплоизоляционных материалов влажность увеличивает теплопроводность, увеличивая теплопотери. При этом использование коэффициента теплопроводности, зависящего от влажности, приводит к перерасходу строительных материалов [1].

© Цветков Д. Е., 2024

Нормативные данные о теплотехнических показателях многих материалов считаются устаревшими. Для новых материалов, появившихся на рынке, отсутствуют расчетные данные [1–3].

Существует метод расчета эксплуатационной влажности с использованием численного моделирования по ГОСТ 32494–2013. Результаты расчетов по указанной методике корректируются по данным натурных испытаний [1].

Вместе с тем отмечается тенденция к развитию деревянного домостроения в Европе. Деревянные дома становятся популярными благодаря экологичности и возобновляемости. Зарубежный опыт показывает успешность многоэтажных деревянных зданий [1].

При этом важно учитывать долговечность деревянных зданий. Российский стандарт прогнозирует долговечность деревянных зданий до 90 лет. Однако существуют особенности древесины как строительного материала. Древесина обладает повышенной сорбционной влажностью и склонностью к гниению. Теплопроводность и паропроницаемость древесины различаются вдоль и поперек волокон. Учет влажности и теплопроводности важен для тепло – и массопереноса в деревянных конструкциях [1–3].

Под руководством академика РААСН С. В. Федосова проводятся масштабные исследования проблем тепло - и массопереноса [2–13].

Цель проведенного исследования заключается в разработке математической модели для описания изменения концентрации антипирена в водном растворе при автоклавировании древесины. Предлагаемая модель должна соответствовать экспериментальным данным.

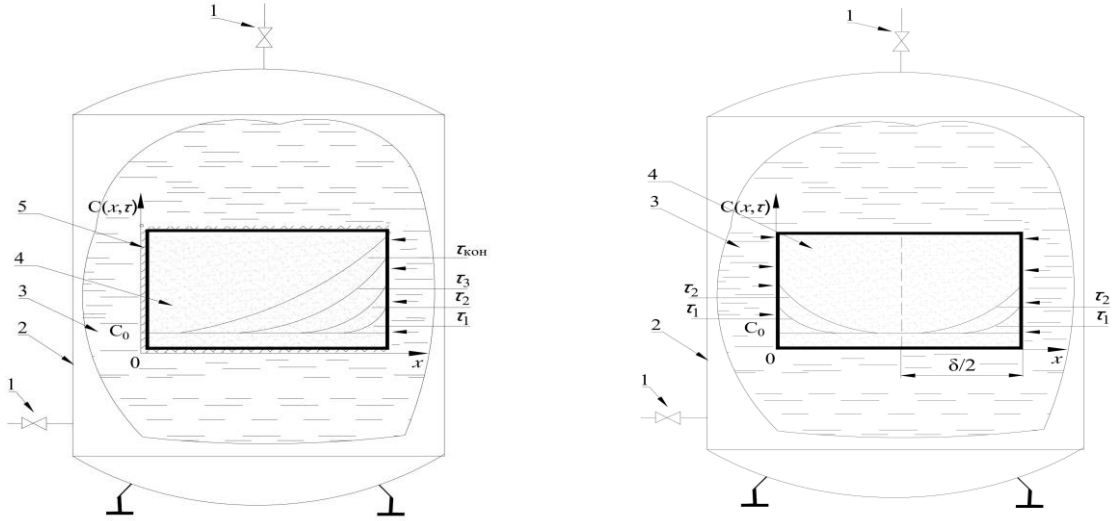
Физическая картина нанесения водного состава антипиренов на поверхность модели неограниченной пластины может быть смоделирована на рис. 1.

Процесс глубокой пропитки древесины в автоклаве включает переход бишофита из жидкой фазы в твердую при ограниченном объеме жидкости. При этом концентрация бишофита в жидкой фазе изменяется во время пропитки. Для оценки процесса используются массообменные критерии Фурье, Био и коэффициент, учитывающий характеристики фаз. Огнезащитная обработка древесины в автоклаве приводит к изменению концентрации антипирена в растворе и по толщине образца. Антипирен перемещается от границы образца внутрь, что влияет на его концентрацию.

$$\mathrm{C}(x,\tau)|_{x=\delta} = 0 \qquad (1)$$

Краевая задача массопереноса антипирена в древесине в этом случае имеет вид:

$$\frac{\partial Z(\bar{x}, Fo_m)}{\partial Fo_m} = \frac{\partial^2 Z(\bar{x}, Fo_m)}{\partial \bar{x}^2}, Fo_m > 0{,}0 \leq \bar{x} \leq 1. \qquad (2)$$



а) б)

Рис. 1. Физическая картина гидротермической обработки образцов древесины сосны водными растворами неорганических солей: а) одностороння диффузия; б) диффузия со всех сторон. Обозначения: 1 – запорная арматура; 2 – вид автоклава в разрезе; 3 – водный раствор неорганической соли внутри емкости автоклава; 4 – исследуемый образец древесины сосны, размещенный внутри корпуса автоклава, в разрезе; 5 – гидро – термозащитное покрытие сторон (граней) исследуемых образцов древесины сосны; δ – толщина деревянного бруска (доски), м; C(x, τ) – концентрация неорганической соли в древесине в момент времени τ в произвольной точке с координатой x, кг $MgCl_2$/кг древесины; C_0 – концентрация неорганической соли в древесине в начальный момент времени в произвольной точке с координатой x, кг $MgCl_2$/кг древесины.

Начальное условие:

$$Z(\bar{x}, 0) = 0. \tag{3}$$

Граничные условия:

$$-k\frac{\partial C(\delta,\tau)}{\partial x} = \beta\left[C(\delta,\tau) - C_p(\tau)\right] \tag{4}$$

Решение краевой задачи массопроводности антипирена (2) – (4) для раствора антипирена в автоклаве при малых числах Фурье (Fo_m<<0,1) имеет вид:

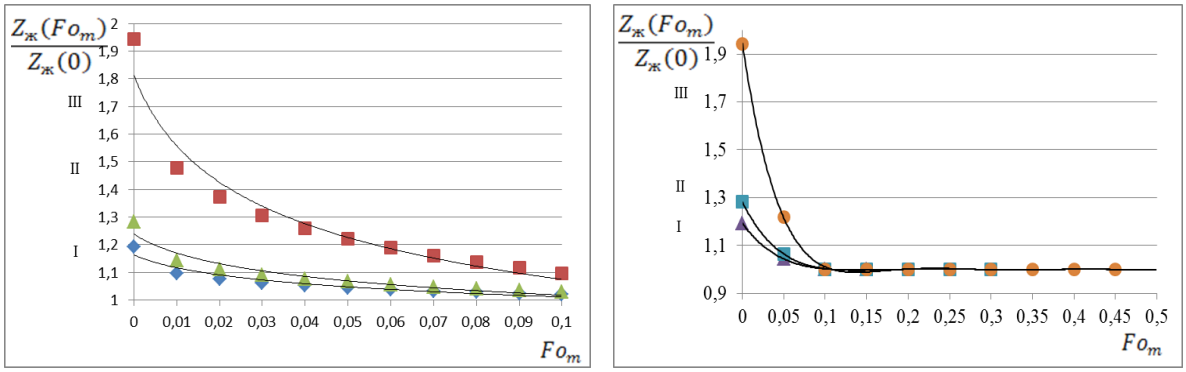
$$Z(\bar{x}, Fo_m) = \frac{Bi_m Z_ж(0)}{\sqrt{Bi_m^2 - 4K_m}}\left[\begin{array}{l} e^{-a_1(1-\bar{x})+a_1^2 Fo_m} erfc\left(\frac{1-\bar{x}}{2\sqrt{Fo_m}} - a_1\sqrt{Fo_m}\right) + \\ +e^{-a_2(1-\bar{x})+a_2^2 Fo_m} erfc\left(\frac{1-\bar{x}}{2\sqrt{Fo_m}} - a_2\sqrt{Fo_m}\right) \end{array}\right] \tag{5}$$

Выражение (5) после преобразования может быть также представлено уравнением:

$$\frac{Z_{ж}(Fo_m)}{Z_{ж}(0)} = 1 - \frac{Bi_m K_m}{\sqrt{Bi_m^2 - 4Bi_m K_m}} \times$$
$$\times \left\{ 2\sqrt{\frac{Fo_m}{\pi}} + a_1\, exp(a_1^2 Fo_m)(2 - \ erfc(a_1\sqrt{Fo_m}) - 1 \right.$$
$$\left. - \left(2\sqrt{\frac{Fo_m}{\pi}} + a_2\, exp(a_2^2 Fo_m)(2 - \ erfc(a_2\sqrt{Fo_m}) - 1 \right) \right\} \qquad (6)$$

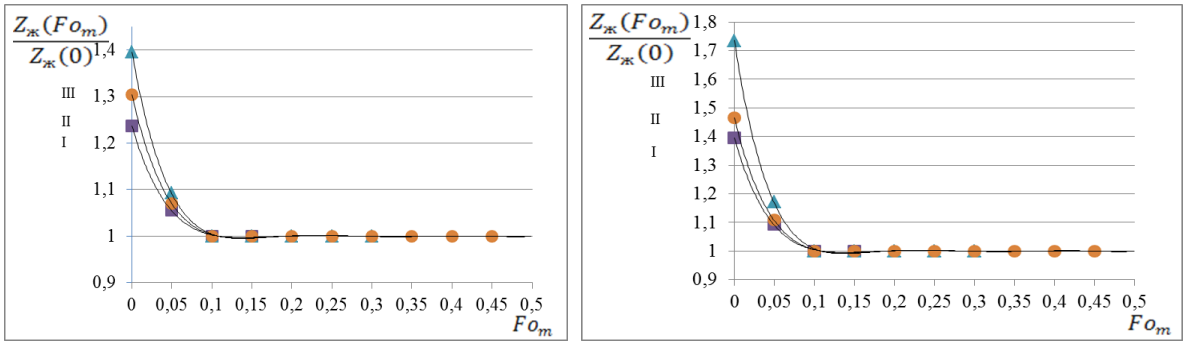
Здесь: Fo_m, Bi_m - массообменный критерий подобья Фурье, Био; k – коэффициент массопроводности, м^2/с; β – коэффициент массоотдачи, м/с; C_p – величины равновесной концентрации на поверхности древесины; C – распределение концентраций переносимого неорганического антипирена, кг; $\bar{x}$ – заданная координата; τ – время огнезащитной обработки древесины в автоклаве неорганическими антипиренами; δ – толщина деревянного бруска (доски), который подвергается огнезащитной обработке, м; K_m– коэффициент, учитывающий характеристики фаз; $Z_{ж}$ – концентрация бишофита в жидкости.

Для выражения (6) на рис. 2 и 3 представлены профили безразмерных концентраций бишофита в растворе при антипирировании древесины в произвольный момент времени.



а) б)

Рис. 2. Профили безразмерных концентраций $\frac{Z_{ж}(Fo_m)}{Z_{ж}(0)}$ на границе жидкости и древесины при гидротермической обработке 25 % водным раствором бишофита только со стороны тангенциального среза бруска: а) – при малых числах Фурье; б) – для числа Фурье в диапазоне 0…0,5 для систем обработки древесины в автоклаве: I – в течение 1 часа, II – в течение 2 часов, III - в течение 3 часов.



а) б)

Рис. 3. Профили безразмерных концентраций $\frac{Z_ж(Fo_m)}{Z_ж(0)}$ на границе жидкости и древесины при гидротермической обработке 25% водным раствором бишофита: а) – только со стороны поперечного среза бруска, б) – со всех сторон бруска: I – в течение 1 часа, II – в течение 2 часов, III - в течение 3 часов.

Таким образом, получена физико-математическая модель массопереноса антипирена из водного раствора в древесину. Описанная модель нестационарного массопереноса антипирена в древесину из жидкой среды автоклава позволяет проводить численные эксперименты. В результате проведения расчетов были получены аналитические решения для ограниченного объема жидкости с бишофитом. Рассчитано распределение массосодержаний антипирена и его концентрация в растворе. Это позволяет проводить прогнозирование процессов глубокой пропитки древесины антипиренами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Nazirov R.A., Verkhovets S.V. and others Moisture sorption models for wood // Magazine of Civil Engineering. – 2016. – N 8 (68). – С. 26 – 36.

2. Федосов С.В. [и др.] Технологические процессы огнезащитной обработки древесины. Актуальные проблемы лесного хозяйства и деревопереработки // Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Казань: Изд–во КНИТУ. – 2023. – С. 155 – 158.

3. Федосов С.В. [и др.] Об оценке качества пропитки древесины неорганическими антипиренами при актоклавировании // В сборнике: Строительное материаловедение: настоящее и будущее. Сборник материалов III Всероссийской научной конференции, посвящённой девяностолетию кафедры Строительного материаловедения. – Москва. – 2023. – С. 315 – 318.

4. Fedosov S., Vatin N. and others (2020) The Fire-Resistant Construction for Building Safety. In: Anatolijs B., Nikolai V., Vitalii S. (eds) Proceedings of EECE 2019. EECE 2019. Lecture Notes in Civil Engineering, vol. 70. Springer, Cham. – С. 319 – 327.

5. Федосов С.В. [и др.] Проблемы совершенствования мониторинга при строительстве малоэтажных жилых зданий // Приволжский научный журнал. – 2020. – N 2. – С. 50 – 56.

6. Федосов С.В. [и др.] Противопожарный контроль соседних зданий при помощи сенсоров «умного дома» // Современные проблемы гражданской защиты. – 2020. – N 3 (36). – С. 125-135.

7. Федосов С.В. [и др.] Модель оценки на нормативно-техническом совете возможности внедрения новых строительных материалов // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Материалы. Конструкции. Технологии. – 2020. – N 4. – С. 14 – 25.

8. Федосов С.В. [и др.] О проблеме совершенствования строительных изделий, обеспечивающих пожарную безопасность малоэтажных зданий // Строительные материалы. – 2021. – N 3. – С. 57-63.

9. Федосов С.В. [и др.] Некоторые аспекты контроля качества и оценки эффективности огнезащитной обработки строительных изделий // Современная наука: теория, методология, практика. Материалы III-ей Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Тамбов. – 2021. – С. 100 – 103.

10. Fedosov S.V., Lazarev A. A. The Use of Markov Chain Theory for the Organization of Fire Safety Control during Construction // Proceedings of the International Conference on Engineering Research and Application 2022 (ICERA 2022). AIP Conf. Proc. – 2936. – 050010 (2023).

11. Якупова Э.Ф. [и др.] О пожарной безопасности деревянных конструкций // Современные пожаробезопасные материалы и технологии. Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. – Иваново. – 2023. – С. 561-565.

12. Романова О.С. [и др.] Пожарная опасность объектов надзора на основе анализа обстановки с пожарами в Ивановской области в 2022 году // В сборнике: Современные пожаробезопасные материалы и технологии. Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. – Иваново. – 2023. – С. 347 – 351.

13. Булат А.И. [и др.] Использование материалов от разборки зданий для защиты от ландшафтных пожаров // В сборнике: Современные пожаробезопасные материалы и технологии. Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. – Иваново. – 2023. – С. 61– 65.

УДК 614.841.42

А. Л. Чибисов [1], Е. А. Соина[2], Е. А. Москвилин[2], А. В. Волкова[2]
[1] Открытое акционерное общество «Специальные проекты и системы»
[2] ФГБУ ВНИИПО МЧС России

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПОЖАРО И ВЗРЫВООПАСНЫХ СВОЙСТВ ГИДРИДОВ МЕТАЛЛОВ

© Чибисов А. Л., Соина Е. А., Москвилин Е. А., Волкова А. В., 2024

Технические решения и проектные разработки по обеспечению пожаровзрывобезопасности технологических процессов, в которых обращаются порошки металлов и их соединений, основаны на результатах прогнозирования потенциальной пожарозрывоопасности этих материалов, которые оцениваются аналогично показателям других горючих пылей согласно ГОСТ 12.1.044-89 [1]. Этот стандарт регламентирует определение для горючих пылей в общей сложности 12 показателей.

Ключевые слова: порошки металлов, пожаровзрывобезопасность, параметры взрыва аэровзвесей, группу горючести, температуру воспламенения

A. L. Chibisov, E. A. Soina, E. A. Moskvilin, A. V. Volkova

METHODS OF ASSESSING FIRE AND EXPLOSION PROPERTIES OF METAL HYDRIDES

Technical solutions and design developments to ensure fire and explosion safety of technological processes in which metal powders and their compounds are handled are based on the results of forecasting the potential fire and explosion hazard of these materials, which are evaluated similarly to the indicators of other combustible dusts according to GOST 12.1.044-89 [1]. This standard regulates the definition of combustible dusts for a total of 12 indicators.

Key words: metal powders, fire and explosion safety, explosion parameters of air suspension, flammability group, ignition temperature

Стандарт [1] регламентирует определение для горючих пылей в общей сложности 12 показателей, характеризующих возможность возникновения и распространения горения (группу горючести, температуру воспламенения, самовоспламенения и тления, условия теплового самовозгорания, минимальную энергию зажигания, способность взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и другими веществам), а также условия распространения и параметры взрыва аэровзвесей (нижний концентрационный предел распространения пламени, минимальное взрывоопасное содержание кислорода, минимальную флегматизирующую концентрацию флегматизатора, скорость нарастания давления взрыва.

Однако методики определения группы горючести, температур воспламенения и тления, условий теплового самовозгорания и минимальной энергии зажигания не приведены.

ГОСТ 12.1.044-89 разрабатывался как нормативный документ, регламентирующий методы определения показателей пожаровзрывоопасности нефтепродуктов, а затем его стали использовать при определении характеристик пожаровзрывоопасности металлов. Однако в этом документе не учтены особенности горения неорганических веществ.

Например, гидриды металлов занимают промежуточное положение между металлами и органическими соединениями. Связано это с тем, что при их разложении выделяется водород, что можно рассматривать как аналогию процесса выделения горючих газов при пиролизе органических материалов, сгорающих в газовой фазе.

При этом гидриды металлов значительно различаются между собой по своим физико-химическим свойствам, по механизму горения и воспламенения [2-5].

Так, гидриды титана, ниобия, тантала и т.д. являются по существу растворами водорода в металле и имеют переменный состав с металлическим типом связи. Они горят в основном в тлеющем режиме, факельное горение водорода практически отсутствует [4].

В то же время литийалюминийгидрид (ЛАГ), натрийалюминийгидрид (НАГ), гидрид алюминия ГА (ГА), гидрид лития (ГЛ), гидрид натрия (ГН) – ярко выраженные индивидуальные соединения с ионной (для ГЛ – частично ковалентной) связью, характеризующиеся наличием режимов пламенного и гетерогенного горения. Примером этого является горение гидрида алюминия.

Гидриды щелочных металлов проявляют пирофорные свойства, активно взаимодействуют с влагой воздуха, обводняются (особенно НАГ, ГН), при небольшом нагреве активно выделяют водород и вследствие этого в состоянии аэровзвеси образуют гибридные взрывоопасные смеси с воздухом [5–7].

Нормативный документ не регламентирует требования к хранению и условиям отбора проб, поскольку небольшое увлажнение приводит к изменению показателей пожаро-, а особенно взрывоопасности за счет изменения сыпучести порошков металлов и их гидридов [6].

Стандартные метод определения температуры самовоспламенения (Тсв) характеризуется тем, что в процессе нагрева происходит уже частичное разложение гидрида и одновременная пассивация образующихся на его поверхности металлических зародышей, что приводит к искажению реальных характеристик воспламеняемости.

Поэтому используют дополнительные методы методы анализа, например, дериватографический, включающий в себя термогравиметрический, дифференциально-термический методы, и показывающий возможность воспламенения металлов и их гидридов при характерных температурах [6].

Стандартные методы дают характеристику процессов воспламенения в стандартных условиях. На их основе нельзя определить безопасные условия проведения техпроцесса, который проводится, например, в азотной атмосфере.

Поэтому существующие стандартные методы необходимо дополнить методиками, которые позволили бы моделировать условия воспламенения в реальных технологических условиях.

Во ВНИИПО были разработаны установки по определению скорости распространения фронта горения по поверхности слоя порошка при различном составе, скорости и направлении обдувающего газового потока, ударной пирофорности, энергии зажигания методом раскаленной нити [7–8].

Данные, полученные с помощью этих установок, представляют значительный интерес для практики, поскольку позволяют оценить реальную скорость распространения пожара по поверхности порошка и, определив чувствительность порошка к механическому удару, регламентировать правила работы при проведении планово-предупредительных ремонтов.

Таким образом, существующие методы испытаний, регламентируемые ГОСТом по определению показателей пожаровзрывоопасности материалов, н (металлов) необходимо дополнить методиками, позволяющими моделировать процессы воспламенения гидридов в реальных условиях техпроцесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.1.044-89. ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. – М.: Госстандарт СССР, 1990, 1990. – 143 с.

2. Рипан Р., Четяну И. Неорганическая химия, т.1. – М.: Мир, 1971.

3. Михеева В.И. Гидриды переходных металлов. – М.: Изд-во АН СССР, 1966. – 211 с.

4. А.Ф. Жигач, Д.С. Стасиневич. Химия гидридов. – М., Химия, 1969. - 676 с.

5. Гидриды металлов под ред. В.Мюллера и др. Перев. С англ. – М., Атомиздат, 1973. – 432с.

6. Влияние условий хранения металлических порошков на результаты анализа их пожаровзрывоопасных свойств / Смирнова Т.М., Чибисов А.Л, и др. // Тезисы X Укр. Республ. Н-т конференции «Повышение качества аналитического контроля материалов металлургического производства в 12 пятилетке». – Днепропетровск, 1986.

7. Чибисова Т.И. Предотвращение взрывов при взаимодействии порошков металлов и сплавов с водой: Дис. канд.техн.наук / МИСиС. – М.,1998. – 198 с.

8. Попов А.В. Скорость распространения горения по поверхности слоя металлических порошков и средства тушения металлов. Дис. канд.техн. наук / МИСиС. – М., 1983. -238 с.

УДК: 628.147.22

А. Ф. Чудакова, С. А. Сырбу
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ КАК АЛЬТЕРНАТИВЫ ЛАКОКРАСОЧНЫМ В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОТ ОБРАЗОВАНИЯ ПИРОФОРНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Ежегодное количество пожаров на объектах нефтехимической отрасли промышленности увеличивается. Самовозгорание пирофорных коррозионных отложений – один из основных источников зажигания. Существующие способы защиты от образования коррозии недостаточно эффективны. Необходимо усовершенствование методов защиты, в том числе с использованием композиционных материалов на полимерной матрице. В данной статье показана возможность применения различных композиционных полимерных покрытий. Сделаны выводы о качестве разрабатываемых покрытий.

Ключевые слова: коррозия, пирофорные отложения, композиционные материалы, резервуары, нефть.

A. F. Chudakova, S. A. Syrbu

THE POSSIBILITY OF USING COMPOSITE MATERIALS AS AN ALTERNATIVE TO PAINTS AND VARNISHES IN THE OIL INDUSTRY TO PROTECT TECHNOLOGICAL EQUIPMENT FROM THE FORMATION OF PYROPHORIC DEPOSITS

The annual number of fires at petrochemical industry facilities is increasing. Spontaneous combustion of pyrophoric corrosive deposits is one of the main sources of ignition. The existing methods of protection against corrosion are not effective enough. It is necessary to improve protection methods, including the use of composite materials on a polymer matrix. This article shows the possibility of using various composite polymer coatings. Conclusions are drawn about the quality of the coatings being developed.

Key words: corrosion, pyrophoric deposits, composite materials, tank, petroleum.

Основное назначение стальных резервуаров — хранение нефти и нефтепродуктов. Данные вещества обладают химическими свойствами, оказывающими негативное влияние на целостность оборудования, с которым они контактируют. Одним из основных химических элементов, входящим в состав нефти и нефтепродуктов, является сера. Содержание серы в нефти

© Чудакова А. Ф., Сырбу С. А., 2024

определяет ее качество как первичного продукта для изготовления топлива. При рассмотрении влияния химического состава нефти на контактирующее с ней оборудование выясняется, что существенную роль в этом играет не сама сера, а ее соединения, например, сероводород и тиолы. Сероводород — коррозионно-агрессивное, высокотоксичное и пожароопасное вещество, вызывающее интенсивную коррозию железа и различных видов стали. Тиолы (устаревшее название — меркаптаны) — сернистые аналоги спиртов. Промышленные процессы, в которых используются тиолы, характеризуются пожаро-, взрывоопасностью, а также токсичностью. Однако для металлического оборудования нефтегазовой отрасли опасны не сами соединения, содержащие химически активную серу, а продукты их взаимодействия с железом, являющиеся продуктами коррозии железа. При протекании коррозионного процесса во влажных газообразных средах, содержащих соединения химически активной серы, характерных для верхних поясов стальных резервуаров, возможно образование сульфидов железа различного состава и структуры. Данное вещество приводит к коррозионному износу оборудования. Кроме того, оно опасно и тем, что является пирофорным соединением. Накапливаясь в результате протекания коррозионных процессов внутри резервуаров с сернистой нефтью, пирофоры склонны к самовозгоранию в кислородсодержащей среде. При этом наиболее активные пирофорные отложения способны самовозгораться при климатически нормальной температуре атмосферного воздуха, другие же при условии некоторого начального повышения температуры [1].

В настоящее время для защиты оборудования применяется большое количество антикоррозионных лакокрасочных покрытий. Однако практически ни одно из них не способно выполнять защитные функции в течение требуемого срока на внутренней поверхности резервуаров с сернистой нефтью. Покрытия быстро деградируют, коррозионный процесс усиливается. Самые эффективные покрытия экономически невыгодны в использовании. При этом даже их применение не гарантирует полной защищенности оборудования от коррозии и образования пирофорных отложений. В данной работе рассмотрена возможность применения композиционных материалов как альтернативы лакокрасочным.

Известен защитный композитный состав от образования пирофорных отложений, образованных соединениями сероводорода с железом на основе полиуретана (Патент на изобретение RU2737908C, МПК C23F 15/00, C01G 49/12, 2020 г.), предназначенный для снижения скорости коррозии металлической поверхности резервуаров. К недостаткам этого состава можно отнести относительно невысокую адгезию к поверхности конструкционной стали, способность полиуретана набухать при контакте с водой, содержащейся в нефти и нефтепродуктах, а также способность полиуретановой массы выделять пары формальдегида при нагревании. Покрытие из полимочевины обладает требуемыми для решения поставленной задачи характеристиками,

имеет высокую стойкость к воздействию нефти и нефтепродуктов, высокую степень адгезии к металлу, эластичность и экологичность, однако не является надежной защитой от протекания сероводородной коррозии и образования пирофорных отложений [2].

Выбор полимочевины в качестве матрицы композита обусловлен проведенным анализом литературных источников, который показал, что синтез различных видов полимочевин является прорывом в эволюции химии покрытий. Установлено, что полимочевинные системы обладают высоким сопротивлением на разрыв, истиранием, гибкостью и твердостью, высокой скоростью полимеризации, исключительной химической стойкостью и инертностью к воздействию нефти и нефтепродуктов. Матрица композитного состава должна обладать такими свойствами как высокая адгезия и эластичность.

Следует отметить, что сырье для синтеза чистой полимочевины довольно дорого, а для применения в конкретных случаях зачастую не обязателен весь комплекс уникальных свойств, присущих чистой полимочевине. Создание гибридных композиций, нацеленное на придание только необходимых свойств покрытию, приводит к значительному снижению стоимости продукта.

Учитывая вышеизложенное, можно сделать вывод, что наиболее перспективным направлением в этой области исследования является применение полимочевины в качестве матрицы композитных составов для защиты технологического оборудования от образования пирофорных отложений. Для придания дополнительных защитных свойств покрытиям используются различные наполнители. Из литературных данных [2,3] известно, что в качестве химически активного наполнителя в композиционных составах для защиты РВС от сероводородной коррозии и пирофорных отложений положительное влияние оказал диоксид титана в кристаллической модификации рутила. Соединение представляет собой сильный окислитель, при определенных условиях способный окислить сероводород не только до элементарной серы, но и до ее диоксида (сернистого газа).

Рассмотрим защитный композитный состав для защиты внутренней поверхности резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов от образования пирофорных отложений (Патент на изобретение RU 2 816 080(13) C1, МПК C09D 175/02, C23F 15/00, 2024 г.), где проведено исследование по введению в состав полимочевины в качестве наполнителя не только диоксида титана, как химически активного агента, но и его смесей с такими адсорбентами как активированный уголь (БАУ-А) [4].

Добавление активированного угля позволяет частично адсорбировать сероводород, не допустить его проникновения через пленку и соответственно протекание реакции с железом в стенке резервуаров. Диоксид титана является сильным окислителем, поэтому его наличие в защитном составе позволяет окислять активные сернистые соединения, не позволяя им образовывать пирофорных отложений. Добавление в состав композиции растворителя

уменьшает ее вязкость и позволяет получить более тонкую пленку без снижения качества покрытия [4].

Увеличение содержания диоксида титана и активированного угля приводит к изменению свойств получаемого покрытия, а именно к снижению адгезионной способности, что в свою очередь приводит к росту скорости коррозии. Увеличение стойкости покрытия и снижение скорости коррозии при воздействии сероводорода осуществляется за счет окислительного действия диоксида титана и адсорбционной способности активированного угля. Отсутствие признаков коррозии говорит об отсутствии химической реакции серосодержащих соединений со сталью, и как следствие об отсутствии образования пирофорных отложений [4].

Приведенные примеры защитных составов показывают, что гибридные композиции проявляют принципиально новые свойства и имеют огромный потенциал для получения более перспективных материалов с заданными свойствами, что позволит исключить образование пирофорных отложений из серосодержащей нефти. Это значительно упрощает обслуживание нефтеперерабатывающих предприятий и нефтехранилищ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петрилин, Д. А. Влияние различных видов обработки на скорость равномерной и локальной коррозии для стали Ст3 / Д. А. Петрилин, И. И. Ащеулова, И. И. Реформатская // Успехи в химии и химической технологии. – 2023. – Т. 37, № 2(264). – С. 78-81. – EDN ABMPYZ.

2. Патент № 2737908 C1 Российская Федерация, МПК C23F 15/00, C01G 49/12. Защитный состав от образования пирофорных отложений, образованных соединениями сероводорода с железом: № 2020108248: заявл. 25.02.2020: опубл. 04.12.2020 / С. А. Сырбу, А. Г. Азовцев, Н. А. Таратанов ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России). – EDN WJRBZO.

3. Азовцев, А. Г. Защита оборудования для хранения прямогонного бензина и топочного мазута в условиях сероводородной коррозии: специальность 26.18.00: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Азовцев Александр Григорьевич, 2022. – 149 с. – EDN AALRGY.

4. Патент № 2816080 C1 Российская Федерация, МПК C09D 175/02, C23F 15/00. Композитный состав для защиты внутренней поверхности резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов от образования пирофорных отложений: № 2023105227: заявл. 06.03.2023: опубл. 26.03.2024 / С. А. Сырбу,

А. Г. Азовцев, А. С. Митрофанов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий». – EDN ILTCOR.

УДК 614.8.084

И. А. Шамаев, К. В. Зиатдинова, С. Н. Ульева
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК В ЖИЛОМ СЕКТОРЕ

Проблема пожарной опасности при эксплуатации электрооборудования с течением времени не перестает терять актуальность. В статье рассказывается об основных причинах ее неудовлетворительного состояния в жилом секторе и поиске путей решения данной проблемы.

Ключевые слова: пожарная опасность, электрические приборы, электропроводка, пожарная безопасность, жилой сектор.

I. A. Shamaev, K. V. Ziatdinova, S. N. Ulyeva

FIRE HAZARD OF ELECTRICAL INSTALLATIONS IN RESIDENTIAL SECTOR

The problem of fire danger in the operation of electrical equipment does not cease to lose relevance over time. The article describes the main reasons for its unsatisfactory condition in the residential sector and the search for ways to solve this problem.

Key words: fire hazard, electrical appliances, wiring, fire safety, residential sector.

С увеличением зависимости от электричества в современном мире, понимание рисков, связанных с электрооборудованием, и соблюдение правил пожарной безопасности становятся критически важными.

Электрическая энергия все шире используется во всех сферах нашей деятельности, практически не имея аналогов по удобству в использовании, доступности и относительной простоты передачи. За полтораста лет электричество стало тем обыденным, но в то же время необходимым источником нашего с вами жизнеобеспечения.

© Шамаев И. А., Зиатдинова К. В., Ульева С. Н., 2024

Тем не менее нельзя забывать, что использование электрической энергии связано с рисками возникновения пожаров, а при наличии потенциально опасных производственных условий, и взрывов. И это не удивительно, учитывая тот факт, что источники зажигания, возникающие при аварийных режимах работы электроустановок, обладая большим запасом тепловой энергии, могут легко поджечь большинство горючих веществ и материалов.

Статистика пожаров ведется в России не один десяток лет. Данные о причинах возникновения пожаров, в том числе и связанных с электрооборудованием, систематически собираются и анализируются. Считается, что из общего числа пожаров практически каждый пятый в нашей стране возникает по причине неисправности или нарушения правил эксплуатации электрооборудования, кабельных линий и проводов.

Согласно информации Всероссийского научно-исследовательского института противопожарной обороны МЧС России, в период с 2019 по 2023 год доля пожаров, вызванных электрическими приборами и оборудованием в зданиях и сооружениях, составляет более 34 % от общего количества пожаров в этих объектах. Подавляющее большинство возгораний, а именно 74 % от общего числа, случились из-за неполадок в электрооборудовании на объектах жилого сектора.

Неудовлетворительное состояние пожарной безопасности электрических сетей в жилом секторе, а в особенности частном – это серьезная проблема, требующая внимания жильцов, органов контроля и местных властей.

Основными проблемами, способствующими такой ситуации, являются:

1. Использование в жилых домах и постройках иного назначения устаревших электроприборов, электрической проводки и сопутствующего оборудования, иногда не просто не соответствующих каким-либо нормам и стандартам, но и выработавшими свой ресурс несколько (может быть и десятки) лет тому назад. Допускается использование поврежденных, изношенных и потому греющихся электрических розеток, выключателей, проводов с осыпающейся изоляцией, большим количеством скруток и изоленты, без должного внимания к выбору сечения проводника. При этом проводка может быть просто развешена на гвоздях, прибитых к деревянным конструкциям.

2. Использование несертифицированных или некачественных электрических компонентов, или же их несоответствующая нормам прокладка и установка, либо отсутствие современных автоматов и устройств защитного отключения, а также проведение работ низкого качества, и все это с целью экономии средств. Люди продолжают идти по этому скользкому пути даже зная, что скупой при пожаре может заплатить, увы, не вдвое, а в разы больше.

3. Перегрузка электрической сети путем увеличения числа электроприборов, тем более, если она не рассчитывалась на такое количество приемников электроэнергии, превышение номинальной нагрузки на сеть, а также неправильное распределение нагрузки по фазам электрической сети

часто становится причиной перегрузок с последующим перегревом электроизоляции проводов.

4. Недостаточный контроль и нехватка регулярного обслуживания электропроводки и оборудования высококвалифицированными специалистами в этой сфере, а также отсутствие систематической проверки их состояния могут привести к неполадкам, незаметным на первый взгляд.

5. Неправильное использование электрооборудования, игнорирование требований проектной документации и инструкции производителей, применение электроприборов не по назначению часто приводят к перегревам электрического оборудования. Например, без должного внимания к теплоотводу, оборудование превращается в перегретый мотор, работающий на износ.

6. Отсутствие знаний о пожарной безопасности, недостаток информации о мерах предосторожности при эксплуатации электрических приборов и оборудования, действиях в случае возникновения пожара также усугубляет проблему. Люди, не обладающие необходимыми знаниями, зачастую не могут распознать ранние признаки предаварийных ситуаций и связанных с ними серьезных проблем.

Повышение уровня пожарной безопасности в частном секторе — это задача, требующая совместных усилий жильцов, профессионалов в области электромонтажа и организаций, отвечающих за пожарную безопасность.

Для улучшения ситуации необходимо:

- Заменять устаревшее и поврежденное оборудование на современное, соответствующее нормам безопасности. Это касается как самой установки, так и используемых материалов. При этом обязательно использование различных устройств защитного отключения, автоматических выключателей и предохранителей для предотвращения перегрузок и коротких замыканий.

- Проводить регулярные осмотры и диагностику электросетей, плановые проверки электросистем, включая состояние изоляции, соединений и оборудования. Регулярные осмотры помогут выявить неисправности на ранней стадии.

- Обучать жильцов, в том числе детей и подростков, основам электро- и пожарной безопасности, поведения в случае возникновения пожара. Помочь повысить уровень знаний о мерах предосторожности при пользовании электроприборами и действиях в случае пожара могут различные тренинги и семинары безопасности, они могут быть организованы для сотрудников предприятий, жителей многоквартирных домов и других категорий населения; а также размещение информации в доступных местах, таких как школы, больницы, общественные здания и другие места массового скопления людей.

Обучение населения, как и осмотр электросетей, важно проводить на регулярной основе.

Пожарная безопасность при эксплуатации электроустановок требует внимательного подхода и серьезного отношения. Важно понять физическую природу и опасность, связанную с течением электрического тока и прекращать надеяться в этом серьезном вопросе на «авось».

Соблюдение основных правил, регулярные проверки и обучение персонала и жителей помогут значительно снизить риски. От принятых мер будет зависеть безопасность как людей, так и имущества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: информ. - аналитич. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. 110 с.

2. Анализ обстановки с пожарами и их последствиями на территории Российской Федерации за 6 месяцев 2023 г. – Москва: Департамент надзорной деятельности и профилактической работы, 2013. – 17с. – URL: https://53.mchs.gov.ru/uploads/resource/2023-10-05/statisticheskie-svedeniya-o-chrezvychaynyh-situaciyah-pozharah-i-ih-posledstviyah-v-rossiyskoy-federacii_1696513540472343284.doc (дата обращения: 25.08.2024).

3. Методические рекомендации по организации профилактики пожаров от электрооборудования в жилых и общественных зданиях с применением технических средств: Методические рекомендации. – М.: ВНИИПО, 2022 – 66 с.

4. Электротехнические причины пожара: описание и виды – URL: https://fireman.club/statyi-polzovateley/elektrotexnicheskie-prichiny-pozhara/ (дата обращения: 25.08.2024).

УДК 614.841

А. Ф. Шарипов, О. Г. Циркина
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МЕДИЦИНСКОГО УЧРЕЖДЕНИЯ С КРУГЛОСУТОЧНЫМ ПРЕБЫВАНИЕМ ЛЮДЕЙ

Пожары в лечебных учреждениях по праву считаются наиболее сложными. Причиной этого является специфика деятельности лечебных учреждений, массовое пребывание людей, а также сложность ликвидации пожаров обусловлена, ночным пребыванием людей в зданиях. Основные причины пожаров могут быть связаны с нарушением правил пожарной безопасности, недостаточной организацией эвакуации людей, а также неосторожным обращением с огнем. В качестве объекта исследования в работе рассматривается Центр медицинской реабилитации работников Федерального казенного предприятия «Казанский государственный казенный пороховой завод».

© Шарипов А. Ф., Циркина О. Г., 2024

Ключевые слова: обеспечение пожарной безопасности, медицинское учреждение, пожар, эвакуация.

A. F. Sharipov, O. G. Tsirkina

ENSURING THE FIRE SAFETY OF A MEDICAL INSTITUTION WITH A ROUND-THE-CLOCK STAY OF PEOPLE

Fires in medical institutions are rightfully considered the most difficult. The reason for this is the specifics of the activities of medical institutions, the mass stay of people, as well as the difficulty of eliminating fires due to the overnight stay of people in buildings. The main causes of fires may be related to violations of fire safety rules, insufficient organization of evacuation of people, as well as careless handling of fire. The Center for Medical Rehabilitation of employees of the Federal State-owned Enterprise «Kazan State-owned Powder Factory» is considered as an object of research in the work.

Key words: fire safety, medical facility, fire, evacuation

Обеспечение безопасного функционирования любого объекта и защита жизни и здоровья человека, находящегося на данном объекте, всегда является первостепенной задачей. Актуальность проведения исследований по разработке инженерно-технических решений, направленных на обеспечение пожарной безопасности, обусловлена рядом факторов. Во-первых, пожары являются серьезной угрозой жизни и здоровью людей, а также имуществу, экономике и окружающей среде. Во-вторых, в современных условиях существует ряд новых факторов, увеличивающих вероятность возникновения пожаров, таких как использование новых материалов и технологий, увеличение плотности населения и городской застройки, изменение климатических условий и др. В-третьих, разработка эффективных решений по обеспечению пожарной безопасности может снизить экономические потери и улучшить качество жизни людей.

Научная новизна данной работы заключается в разработке новых подходов к обеспечению пожарной безопасности, которые могут применяться в различных областях деятельности. Практическая значимость данной работы заключается в возможности применения разработанных решений в различных отраслях промышленности и повседневной жизни для повышения уровня пожарной безопасности и снижения риска возникновения пожаров.

Практическая значимость исследования заключается в том, что оно может быть использованы для повышения уровня пожарной безопасности в различных сферах деятельности. Разработанные подходы и технологии могут быть использованы при проектировании и строительстве зданий, в производственных и коммерческих предприятиях, в транспортном секторе и др. Кроме того, результаты исследований могут быть использованы для обучения и информирования населения о правилах пожарной безопасности, а также для разработки соответствующих нормативно-правовых актов и стандартов.

Объектам здравоохранения, к которым относятся в том числе здания поликлиник, больниц и реабилитационных центров, необходимо уделять особое внимание при обеспечении их пожарной безопасности, поскольку они относятся к объектам с массовым пребыванием людей и присутствием в них большого числа маломобильных граждан.

В качестве объекта исследования в работе рассматривается Центр медицинской реабилитации работников Федерального казенного предприятия «Казанский государственный казенный пороховой завод» (ФКП «КГ КПЗ» — далее ЦМРР) расположен по адресу, г. Казань, ул. Можайского д.14.

ЦМРР был построен по типовому проекту 2-0581600 в 2002 году, и представляет собой кирпичное четырехэтажное здание. Площадь строения составляет 920 м^2. Высота строения составляет 14 м. Высота подвала 3,10 м.

Строительно-конструктивный тип - наружные и внутренние капитальные кирпичные стены. Фундамент – бутово-ленточный, глубиной заложения до 2,5 м. Стены наружной части кирпичные, толщиной 65 см. Перекрытия (над подвальное, междуэтажное, чердачное) – железобетонное. Полы покрыты линолеумом или плиткой. Двери пластиковые и деревянные. Лестницы сборные железобетонные площадки и марши. Крыша покрыта рубероидом, оборудована водостоками.

В цокольном этаже размещен узел управления отоплением и водоснабжением.

На первом этаже расположены помещения физиотерапевтического отделения, приемного отделения и кабинеты административно-управленческого персонала, также щиток освещения и силовые щитки, горячий цех столовой, обеденный зал и складские помещения столовой.

На втором этаже расположены кабинеты административно-управленческого персонала, кабинет физиолечения, солевая комната и комнаты для проживающих работников.

В ЦМРР реализованы следующие инженерно-технические решения по пожарной безопасности:

1) противодымная вентиляция

Конструктивно вентиляция в здании ЦМРР организована с механическим побуждением вытяжных устройств в помещении горячего цеха столовой, из помещения парафинолечения, где происходит не посредственный нагрев парафина.

2) система оповещения и пожарная сигнализация

В здании ЦМРР проектом предусмотрена адресная система пожарной сигнализации с применением адресно-аналоговых дымовых пожарных извещателей ДИП-34А и извещателей пожарных ручных адресных ИП 513-3А. Извещатели устанавливаются на потолке защищаемых помещений с учетом расположения светильников и вентиляционных отверстий. Сигнал от срабатывания приборов ПС передается на пульт С-2000 и на блок индикации БИ, устанавливаемые на посту дежурного персонала на первом этаже.

Согласно таблице 2 СП 3.13130.2009 «Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности» лечебное учреждение оборудован системами оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре 3-го типа (речевой способ оповещения, световые оповещатели «Выход»).

3) первичные средства пожаротушения

Первичными средствами пожаротушения в здании ЦМРР являются: огнетушители с минимальным рангом тушения пожаров 2А или 55В рассредоточено установленных на путях эвакуации, то есть по 2 огнетушителя на каждом этаже здания, также имеется внутренний противопожарный водопровод, установленный на лестничных клетках на каждом этаже.

Основные требования к содержанию средств пожаротушения:

1. Первичные средства пожаротушения в соответствии с нормами размещаются на этажах и сдаются ответственному лицу за их сохранность и готовность к действию.

2. Размещаемые на этаже огнетушители на каждом указаны основные данные и правила эксплуатации (инструктивная надпись), Огнетушителю присваивается порядковый номер, который наносится на его корпус.

3. Огнетушители должны содержаться в рабочем состоянии. Углекислотный огнетушитель должен предохраняться от воздействия солнечных лучей и предохраняться от перегревания.

4. Ручные огнетушители должны размещаться путем:

- навески на вертикальные конструкции на высоте не более 1,35 м. от уровня пола до верхнего края огнетушителя и на расстоянии от двери, достаточном для ее полного открывания;

- установки в специальные подставках из не горючего материала.

5. Огнетушители располагаются на видных местах вблизи от выходов из помещения. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

6. Не реже одного раза в 90 дней огнетушители подвергаются внешнему осмотру (проверяется целостность предохранительных пластинок, наличие пломб).

7. Пожарный рукав должен быть присоединен к крану и стволу. На дверце пожарного шкафа указывается: буквенный индекс (ПК), порядковый № каждого крана. № телефона вызова пожарной охраны «01».

8. Пожарные краны не реже чем один раз в 6 месяцев (весной и осенью) подвергаются техническому осмотру и проверяются на работоспособность.

9. Один раз в год пожарные рукава необходимо просушивать и перематывать на новую складку.

4) наружное противопожарное водоснабжение

Вокруг здания ЦМРР для подачи на нужды пожаротушения имеются 3 пожарных гидранта расположенных на расстоянии от 25 м до 65 м (рисунок).

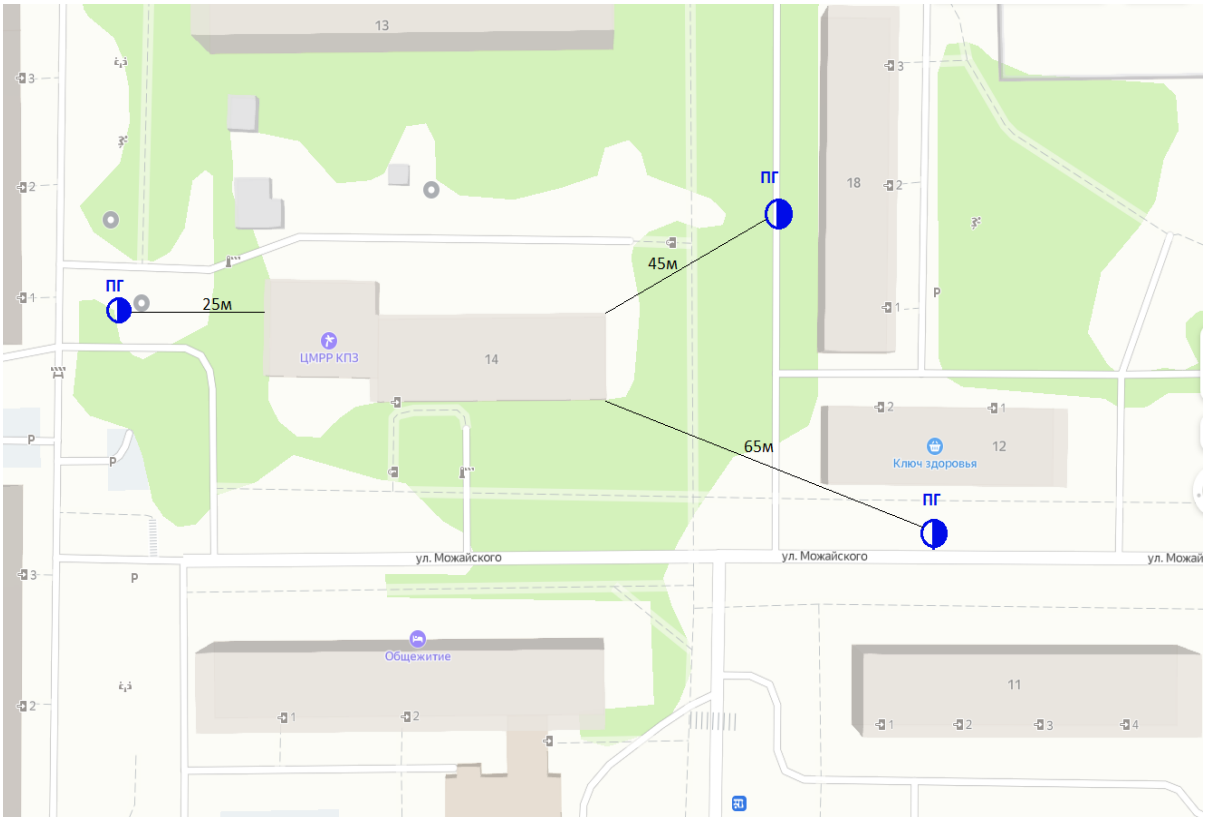


Рисунок. Расположение пожарных гидрантов

Известно, что в большинстве случаев люди на пожарах, в особенности дети, гибнут не от высокой температуры, а от дыма, насыщенного ядовитыми продуктами сгорания привычных и полезных в быту вещей. На пожарах выделяется много дыма, в состав которого входит углекислый газ. Этот газ, смешавшись с воздухом, понижает концентрацию в нем кислорода. При понижении концентрации кислорода в окружающем воздухе с 21 % до 14 % наступает так называемое кислородное голодание, а при 8–11 % человек может погибнуть. Обычно в воздухе содержится не более 0,04 % углекислого газа. Если во время пожара концентрация его в воздухе возрастает до 4–5 %, увеличивается частота дыхания, возникает шум в ушах, головокружение. При 8–9 % человек теряет сознание, при 12 % происходит паралич жизненных центров, наступает смерть. Выделяющийся на пожаре дым оказывает сильное раздражение органов дыхания и слизистых оболочек глаз. Особенно большую опасность для организма человека представляет выделяющийся при неполном горении оксид углерода (CO). При горении могут выделяться синильная кислота, акромин, которые оказывают отравляющее влияние на организм человека.

На следующем этапе работы предусмотрен расчет времени эвакуации пациентов и медицинского персонала из здания Центр медицинской реабилитации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 22 июля 2008г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
2. Правила противопожарного режима в Российской Федерации (утверждены Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации».
3. СП 1.13130.2020 «Система противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы».
4. СП 3.13130.2009 «Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности».

УДК 691.115

С. М. Шарымова, Е. В. Зарубина, А. Л. Никифоров, Д. С. Репин
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ОТХОДОВ РАЗЛИЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Теплоизоляционный пожаробезопасный строительный материал, изготовленный из отходов деревообрабатывающей, сельскохозяйственной промышленности.

Ключевые слова: строительный материал, экологичность, теплоизоляционный материал, пожаробезопасный материал.

C. M. Sharymova, E. V. Zarubina, A. L. Nikiforov, D. S. Repin

INVESTIGATION OF METHODS FOR OBTAINING HEAT-INSULATING FIREPROOF MATERIALS FROM WASTE FROM VARIOUS INDUSTRIES

Heat-insulating fireproof building material made from waste from the woodworking and agricultural industries.

Keywords: building material, environmental friendliness, thermal insulation material, fireproof material.

Изготовление строительных отделочных материалов из отходов различных производств, является экологически и затратно целесообразным. Потребность в экологически чистых и эффективных теплоизоляционных материалах для строительства постоянно растёт. Нами были выбраны отходы сельского хозяйства — солома (различных культур) и отходы

© Шарымова С. М., Зарубина Е. В., Никифоров А. Л., Репин Д. С., 2024

деревообрабатывающий промышленности — опилки (лиственных и хвойных пород деревьев). Солома и опилки представляют собой доступный и возобновляемый ресурс для создания таких материалов. Существует множество технологий изготовления подобных строительных материалов, и каждая имеет свои достоинства и недостатки.

Известно, что строительные материалы, в состав которых входят органические отходы производств - опилки, солома, обладают высокими теплофизическими характеристиками. А правильно подобранные связующие в составе данных материалов способны организовать и их пожаробезопасность. Поэтому данное исследование было направлено на изучение и подбор оптимального состава наполнителя и связующего к нему.

Целью исследования являлась разработка технологии получения теплоизоляционных, пожаробезопасных строительных отделочных материалов из соломы и опилок, отвечающих требованиям экологичности, доступности и прочности. Для достижения этого необходимо было получить достаточно прочный материал при небольшой её плотности, но не хрупкий; материал должен был обладать малой теплопроводностью и не поддерживать горение. Нами были изучены свойства соломы и опилок:

- проведён анализ химического состава, физических свойств и горючести.

Солома.

Химический состав: целлюлоза - 35÷45 %, гемицеллюлоза - 20÷30 %, лигнин - 15÷25 %, другие вещества - белки, пектиновые вещества, крахмал, минеральные вещества.

Физические свойства: плотность 100-150 кг/м^3, теплопроводность 0,04–0,06 Вт/(м·К), водопоглощение - высокое, зависит от влажности, прочность - низкая, хрупкая, форма - волокнистая.

Горючесть: температура воспламенения — 250÷300 °С, температура самовоспламенения — 400÷500 °С, скорость горения — быстрая, теплота сгорания — 16÷18 МДж/кг, класс горения — Г1 (легковоспламеняемый).

Опилки.

Химический состав: целлюлоза — 40÷50 %, гемицеллюлоза — 25÷35 %, лигнин — 20÷30 %, другие вещества — смолы, жиры, минеральные вещества.

Физические свойства: плотность 150–250 кг/м^3, теплопроводность 0,05–0,07 Вт/(м·К), водопоглощение — высокое, зависит от влажности, прочность — низкая, сыпучие, форма — мелкая, нерегулярная.

Горючесть: температура воспламенения — 200÷250 °С, температура самовоспламенения — 350÷450 °С, скорость горения — быстрая, теплота сгорания — 15÷17 МДж/кг, класс горения — Г1 (легковоспламеняемый).

Данные могут варьироваться в зависимости от вида соломы и опилок, условий их выращивания и хранения.

Правильно подобранные соотношения соломы и опилок обеспечат оптимальные теплоизоляционные свойства материала и они будут выступать в роле наполнителя к нашему исследуемому объекту.

В качестве связующих компонентов были выбрыны жидкое стекло: 1 часть по объему и вода: 1/2 части по объему. Жидкое стекло (натриевое или калиевое) — это водный раствор силикатов натрия или калия. Оно используется в качестве связующего компонента для создания огнезащитных покрытий.

Состав наносился на сухую поверхность подготовленных слоев материала краскопультом в объеме 30 мл. на 0,03 м^3. Затем подвергался прессованию и сушке.

Для исследования полученных образцов на теплопроводность была разработана экспериментальная опорная конструкция, схема которой показана на рисунке.

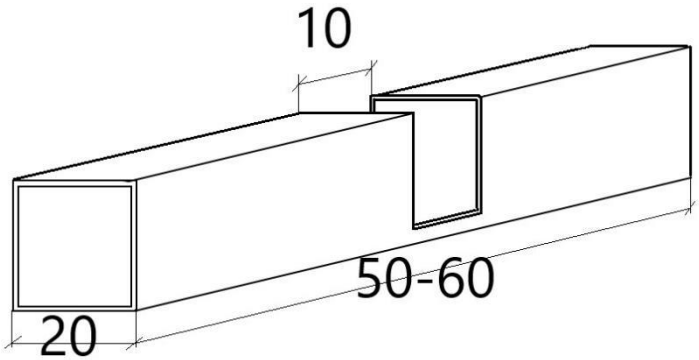


Рисунок. Экспериментальная опорная конструкция

В результате эксперимента определены оптимальные соотношения соломы и опилок для получения материала с наилучшими теплоизоляционными свойствами.

Разработана рецептура и технология обработки:

- исследованы различные способы обработки соломы и опилок для повышения их пожаробезопасности:
- химическая обработка (пропитка огнезащитными составами).
- физическая обработка (прессование, смешивание с минеральными добавками).

Исследованы свойства полученных материалов:

- определена теплопроводность, плотность, прочность на сжатие, горючесть.
- исследована устойчивость к воздействию влаги, грибка и бактерий.

В общем и целом, использование отходов сельскохозяйственной текстильной промышленности — экологически устойчивый, экономически выгодный и социально ответственный подход, который может помочь решить многие проблемы, связанные с загрязнением окружающей среды и нехваткой ресурсов.

Снижение нагрузки на свалки - использование отходов в качестве сырья для производства снижает объем отходов, попадающих на свалки, что уменьшает загрязнение окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полякова Е.В. Разработка и исследование модуля предварительного рыхления машины для регенерации отходов: Дис. канд.техн.наук. -Иваново. 2003.- 209 с.

2. Пат. на полезную модель 39602 РФ, МПК[7] D 01 G 25/00, 15/46. Устройство для формирования волокнистого настила [Текст] / Зарубин В.М., Глинкин П.М., Шмелев С.А., Ульев Д.А., Шмелева Т.В., Полякова Е.В., Кочетков И.В.- № 2004110509/22; заявл. 07.04.2004; опубл. 10.08.2004, Бюл. №22.

3. Полякова, Е.В. Экспериментальное исследование аэродинамических режимов работы конденсора со вставками различных конструкций [Текст] / Е.В. Полякова, Т.В. Шмелева, В.М. Зарубин, С.А. Шмелев, Д.А. Ульев // Известия Ивановского отделения Петровской академии наук и искусств. Секция технических наук: сб. науч. статей / Ивановская государственная текстильная академия.- Иваново, 2005.- С. 41-68.

4. Томин Н.Г., Зарубин В.М., Полякова Е.В. О выравнивающей способности транспортирующе формирующего устройства бункерного питателя // Изв. Вузов. Технология текстильной промышленности.- 1999.-№2-С.42-45.

УДК 614.849

И. С. Шевляков *, С. В. Шевляков**
*Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России
**ГУ МЧС России по Липецкой области

ТРЕБОВАНИЯ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПОЛИМЕРНЫХ ГЕРМЕТИКОВ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ПРЕГРАД

Авторами проведен анализ требований к полимерным материалам для герметизации противопожарных преград, предложены подходы к проведению исследований для определения возможности применения герметиков.

Ключевые слова: полимеры, герметики, пожарная безопасность

I. S. Shevlyakov, S. V. Shevlyakov

REQUIREMENTS FOR THE USE OF POLYMER SEALANTS FOR MODIFICATION OF FIRE BARRIERS

© Шевляков И. С., Шевляков С. В., 2024

The authors analyzed the requirements for polymer materials for sealing fire barriers, proposed research approaches to determine the possibility of using sealants.

Keywords: polymers, sealants, fire safety

В настоящее время стало появляться всё больше герметиков, которые позиционируются как негорючие. Однако возможность их применения для создания противопожарных преград должно учитывать не только их поведение при огневом воздействии, но и адгезию, продолжительность и условия эксплуатации [1]. Такие свойства также важны и для обеспечения пожарной безопасности. Общие технические требования к герметизирующим материалам устанавливаются в национальных стандартах или технических условиях. Используемые полимерные материалы должны соответствовать требованиям стандарта и нормативной документации.

В качестве основных требований к герметизирующим материалам можно выделить:

- материалы должны обеспечивать изоляцию стыков конструкций в течение всего срока эксплуатации;
- материалы должны иметь заданные характеристики и технические показатели в соответствии с нормативными документами;
- санитарно-гигиенические показатели материалов должны соответствовать законодательству страны, в том числе и после огневого воздействия.

Проблематика применения полимерных материалов при создании противопожарных преград и изделий описана в публикациях [2–12]. Но, детальный анализ подходов к проведению испытаний данных материалов рассмотрен не был. Такое обстоятельство обуславливает необходимость описания основных требований к герметикам, используемым для создания противопожарных преград и методов их определения.

При создании противопожарных преград с использованием герметиков важно учитывать то, из скольких компонентов этот герметик состоит. Однокомпонентные герметики должны быть готовыми к использованию, многокомпонентные - поставляться в виде составных частей. Герметики должны наноситься в определенном температурном диапазоне, указанном производителем.

Технические требования к отверждающимся герметикам следует определять следующим образом:

- герметики должны иметь заданный показатель текучести во время нанесения и до потери текучести;
- адгезия герметика к поверхности должна сохраняться в течение всего срока эксплуатации.

Должны устанавливаться следующие технические требования к высыхающим герметикам:

- время высыхания до отлипа должно быть не более 4 часов;

- массовая доля сухого остатка должна быть не менее 50 %.

К техническим требованиям к неотверждающимся герметикам следует относить:

- они должны быть однородными без инородных включений;
- допускается наличие включений, предусмотренных нормативной документацией производителя;
- пенетрация должна быть более 6 мм;
- относительное удлинение при минимальной температуре эксплуатации должно быть более 7 %;
- теплостойкость, водопоглощение и предел прочности должны соответствовать нормативной документации.

Упругие герметики должны иметь упругое восстановление не менее 40 %. Показатель упругого восстановления для пластичных герметиков должен быть менее 40 %. Сущность метода установления данного параметра заключается в определении восстановления высоты шва герметика после растяжения. Здесь используются разрывная машина, линейка, штангенциркуль, шпатель, стеклянная пластина и подпорки [1].

Подготовка к испытанию включает:

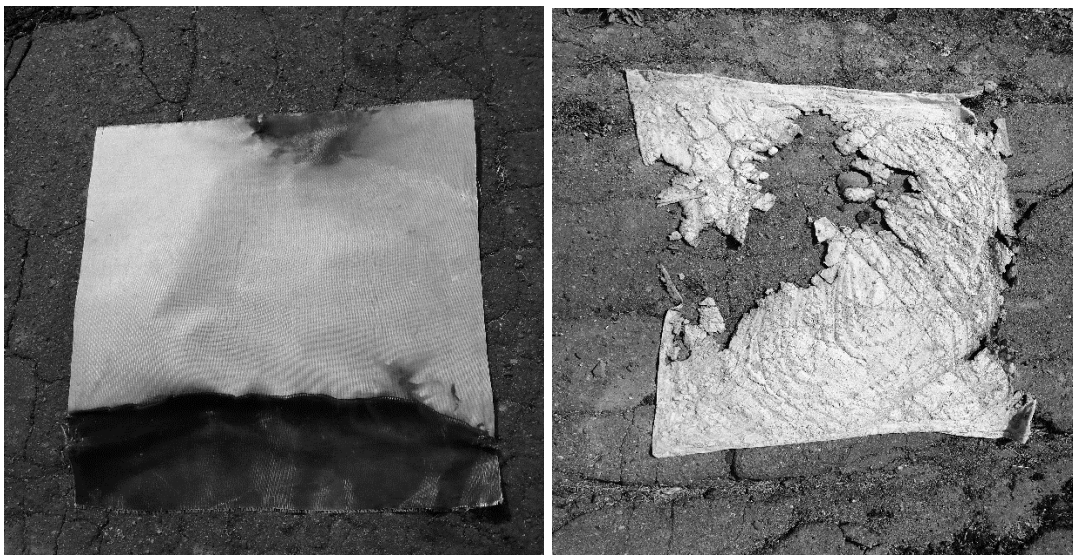
- образцы-швы герметика изготавливаются из двух пластин с U-образными профилями и фторопластовыми вкладышами;
- рабочие поверхности профилей обезжириваются и не должны иметь дефектов;
- герметик наносится до верха профиля, избегая воздушных пузырей, излишки срезаются;
- после отверждения герметика на антиадгезионной подложке боковые вкладыши не удаляются.

Проведение испытаний осуществляется при стандартных условиях, с использованием не менее трех образцов. Образцы растягиваются на 60 % от первоначальной высоты шва, выдерживаются 24 часа и измеряются после восстановления.

Требования к погонажным изделиям для изоляции стыков устанавливаются следующим образом:

- изделия должны быть готовы к использованию без дефектов и посторонних включений;
- пористые изделия должны иметь равномерную пористость;
- изделия должны обладать сжимаемостью и упругим восстановлением в заданных температурных диапазонах;
- приклеиваемые и самоклеящиеся изделия должны обеспечивать адгезию в определенных температурных условиях;
- в документации на изделия должны быть указаны предельные отклонения размеров и форм.

Требования к огневым испытаниям герметиков следует определять исходя из назначения изделия, продолжительности и условий огневого воздействия при пожаре. Результаты воздействия пламени на полимерный материал приведен на рисунке.



а) б)

Рисунок. Фото стекловолокна с полимерным покрытием после огневого воздействия:
а) без дополнительного защитного слоя бетона;
б) с дополнительным защитным слоем бетона [12]

Материалы на основе полимеров применяются для герметизации стыков в строительных конструкциях, они ограничивают проникновение воздуха и влаги между средами, однако требуется их испытание при их использовании для создания противопожарных преград. Должны быть учтены типы герметиков, а также их характеристики (твердение после нанесения, высыхающие герметики, которые затвердевают за счет испарения растворителей или воды, нетвердеющие герметики, сохраняющие текучесть при нанесении и эксплуатации).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 25621-2023 // https://docs.cntd.ru/document/1303621766

2. Лазарев А.А., Мальцев А.Н. О проблеме создания противопожарных преград для защиты от ландшафтных пожаров // Современные проблемы гражданской защиты. 2022. № 4 (45). С. 78-85. EDN: YOPCHY

3. Fedosov S., Vatin N. and others (2020) The Fire-Resistant Construction for Building Safety. In: Anatolijs B., Nikolai V., Vitalii S. (eds) Proceedings of EECE 2019. EECE 2019. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 70. Springer, Cham C. 319-327. EDN: WDRHXO

4. Федосов С.В. [и др.] Проблемы совершенствования мониторинга при строительстве малоэтажных жилых зданий // Приволжский научный журнал. 2020. № 2. С. 50-56 EDN: IWPAJY

5. Федосов С.В. [и др.] Противопожарный контроль соседних зданий при помощи сенсоров «умного дома» // Современные проблемы гражданской защиты. – 2020. – № 3 (36). – С. 125-135. EDN: RKOVKE

6. Федосов С.В. [и др.] Модель оценки на нормативно-техническом совете возможности внедрения новых строительных материалов Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Материалы. Конструкции. Технологии. 2020. № 4. С. 14-25 EDN: JIPRVT

7. Федосов С.В. [и др.] О проблеме совершенствования строительных изделий, обеспечивающих пожарную безопасность малоэтажных зданий. Строительные материалы. 2021. № 3. С. 57-63. EDN: LKEWWT

8. Федосов С.В. [и др.] Некоторые аспекты контроля качества и оценки эффективности огнезащитной обработки строительных изделий. В сборнике: Современная наука: теория, методология, практика. Материалы III-ей Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Тамбов, 2021. С. 100-103. EDN: ENJANG

9. Fedosov S.V., Lazarev A. A. The Use of Markov Chain Theory for the Organization of Fire Safety Control during Construction // Proceedings of the International Conference on Engineering Research and Application 2022 (ICERA 2022). AIP Conf. Proc. 2936, 050010 (2023) https://doi.org/10.1063/5.0178262

10. Малый И.А. [и др.] Устройство для предотвращения распространения ландшафтного пожара // Патент на полезную модель RU 219622 U1, 28.07.2023. Заявка № 2023108064 от 30.03.2023. EDN: DDKUPF

11. Лазарев А. А. [и др.] О механизме теплопереноса во внешнем слое пластика изделия из стеклопластика РСТ-250 в условиях ландшафтного пожара // Современные энергосберегающие тепловые и массообменные технологии (сушка, тепловые и массообменные процессы): сборник научных трудов Восьмой Международной научно-практической конференции. – М.: ООО «Мегаполис», 2023 – С. 247-251. EDN: UTVITC

12. Мальцев А.Н. [и др.] Теплоперенос в стеклопластике, используемом для создания устройства в целях предотвращения распространения ландшафтного пожара // ISTS «EESTE-2024». Москва, 2024. С. 138-141. EDN: OMTCAU

УДК 656.085.5

Е. В. Ширяев, В. М. Сенцова
Академия государственной противопожарной службы МЧС России

АНАЛИЗ ПРИЧИН ПОЖАРОВ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ГАЗОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ

Рассмотрены крупные пожары на автозаправочных станциях с обращением сжиженных углеводородных газов, произошедших за период с 2014 г. по 2023 г. в Российской Федерации, проведен анализ причин пожаров на автомобильных газозаправочных станциях, построена диаграмма технических причин аварий, даны предложения по снижению аварийности на данных объектах.

Ключевые слова: пожар, причины, автомобильная газозаправочная станция, сжиженные углеводородные газы.

E. V. Shiryaev, V. M. Sentsova

ANALYSIS OF THE CAUSES OF FIRES AT CAR GAS FILLING STATIONS

Large fires at gas stations with the circulation of liquefied petroleum gases that occurred during the period from 2014 to 2023 in the Russian Federation are considered, the causes of fires at automobile gas stations are analyzed, a diagram of the technical causes of accidents is constructed, and proposals are made to reduce accidents at these facilities.

Keywords: fire, causes, automobile gas filling station, liquefied petroleum gases.

Розничная реализация сжиженных углеводородных газов (СУГ) на автомобильных газозаправочных станциях (АГЗС), многотопливных автозаправочных станциях (МАЗС) ежегодно увеличивается. В 2022 году прирост розничного потребления СУГ на автотранспортных средствах увеличился на 2,7 % по сравнению с 2021 годом, а в 2023 году прирост составил 11,6 % [1]. Тенденция увеличения количества автотранспорта, использующего пропан-бутановую смесь в качестве топлива, диктует необходимость развития газозаправочной сети и соответствующей инфраструктуры. При этом ежегодно на автозаправочных станциях с газомоторным топливом СУГ происходят аварии и пожары с гибелью людей, травматизмом и большим материальным ущербом.

Пожарная опасность на АГЗС характеризуется пожаровзрывоопасными свойствами СУГ и большим энергетическим потенциалом технологического оборудования, которое размещается на достаточно компактной территории вблизи автомобильных дорог и объектов общего пользования. Крупные пожары на объектах розничной торговли СУГ могут попасть под критерий

© Ширяев Е. В., Сенцова В. М., 2024

чрезвычайных ситуаций, примерами таких пожаров являются: пожар на АГЗС 18.03.2016 в городе Кизляр, где пострадали 17 человек; пожар на АГЗС 10 августа 2020 г. в городе Волгограде, где пострадало 13 человек и 1 погиб; пожар на МАЗС 14.08.2023 в пригороде Махачкалы, в результате которого погибли 35 человек, больше 100 пострадали; пожар на МАЗС 27.09.2024 в Карабудахкентском районе Дагестана, в результате которого погибли 10 человек, еще 11 пострадали. Стоит отметить, что последние две крупные аварии на АЗС с обращением СУГ, связаны с распространением опасных факторов пожара (взрыва), произошедших на соседних объектах.

Для повышения эффективности профилактики пожаров и разработке эффективных мероприятий, направленных снижение пожарной опасности автозаправочных станций с обращением СУГ следует проанализировать причины аварий (пожаров) на данных объектах и сделать выводы и дать предложения по снижению аварийности на данных объектах.

Для анализа распределения причин аварий на АГЗС были изучены данные по пожарам на автозаправочных станциях с СУГ произошедших в период с 2014 по 2023 г [2]. В работе было проанализировано более 40 различных аварий, связанных с пожарами на АГЗС в Российской Федерации. Причины пожаров на АГЗС делятся на два вида: технические и организационные. Технические причины аварии и, как следствие пожара, на автозаправочных станция с СУГ связаны: с незаконным внесением изменений в конструкцию автоцистерны 2 %, применением оборудования не отвечающим требованиям безопасности 31 %, несоблюдением требований руководства по эксплуатации технологического оборудования 15 %, недостаточностью защиты от механических повреждений 2 %, превышением давления 13 %, искрообразованием в результате механического удара 2 %, разгерметизацией технологического оборудования (нарушение герметичности) 31 %, отсутствием заземления 4 % (рисунок).

Рисунок. Технические причины аварий на АГЗС

Наибольшая частота из технических причин возникновения аварий на АГЗС соответствует применению оборудования, не отвечающему требованиям безопасности и разгерметизации технологического оборудования, как правило соединительных элементов (фланцев, обвязки технологического оборудования, газобалонного оборудования), по которым произошли более 60 % пожаров от общего количества пожаров на АГЗС.

Характерными примерами перечисленных причин аварий (рисунок) являются: 1) пожар на АГЗС ООО «Свой дом» 9 сентября 2019 года, где произошла разгерметизация рукава при проведении сливо-наливных операций из автоцистерны в подземный сосуд АГЗС и утечка СУГ. Для сливо-наливных операций применялись рукава, не соответствующие требованиям технических условий, допускающих их применения для СУГ; 2) пожар на АГЗС 28 июня 2018 года в Чеченской республике, Шелковском районе по причине внесения конструктивных изменений в технологическую схему, допускающее возможность превышения избыточного давления газа, подаваемого на распределительную колонку, что привело к разъединению фланца, установленного на всасывающей линии насоса; 3) 23.06.2022 на АГЗС, расположенной в г. Талица Свердловской области произошла утечка СУГ в следствие сброса паровой фазы (через техническое устройство) и загазованность площадки для слива СУГ при разгерметизации рукава жидкой фазы от воздействия открытого огня и утечка СУГ при проведении сливо-наливных операций из автоцистерны в емкость.

Более трети из проанализированных аварий на АГЗС связаны с ошибками персонала, допущенными при проведении сливо-наливных операций с СУГ.

Анализ технических причин пожаров на АГЗС, произошедших в период с 2014 г. по 2023 г. показал, что основные усилия для предотвращения аварий необходимо направить на контроль за применением сертифицированного технологического оборудования и техническими системами противоаварийной защиты на каждом технологическом блоке и трубопроводе с СУГ, проведение своевременного, качественного технического обслуживания и планово-предупредительного ремонта, также на качественное обучение персонала при проведении сливо-наливных операций с СУГ и действиям при пожаре с прохождением периодической аттестации работников АГЗС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СУГ как моторное топливо: динамика и перспективы развития топливного рынка в РФ // OMT: [сайт]. – 2024. – URL: https://www.omt-consult.ru/news/post/sug-kak-motornoe-toplivo-dinamika-perspektivy-razvitiya-toplivnogo-rynka-v-rf (дата обращения: 01.10.2024).

2. Ежегодные отчеты о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору [Электронный ресурс] // Ростехнадзор – URL: http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/.

УДК 614.84

О. В. Шувалов, Н. А. Таратанов, А. М. Мочалов
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ ПРИ РАССЛЕДОВАНИИ ПРЕСТУПЛЕНИЙ, СВЯЗАННЫХ С ПОДЖОГОМ

В данной статье осуществлено установление обстоятельств возникновения и развития пожара посредством численного эксперимента. В ходе исследования доказано, что при исследовании обстоятельств пожара в автомобиле необходимо устанавливать не только техническую причину пожара, но и выявить недостатки, имевшиеся в автомобиле и приведшие к возникновению пожара, а также определить характер этих недостатков. По существующей методике, представленной в данном исследовании, решение данных задач не входит в компетенцию пожарно-технического эксперта, поскольку не связано с исследованием процесса горения. В связи с этим в случаях, не связанных с поджогами АТС, предлагаем назначать комплексную автотехническую и пожарно-техническую экспертизу АТС.

Ключевые слова: экспертиза, экспертный анализ, поджог.

O. V. Shuvalov, N. A. Taratanov, A. M. Mochalov

IMPROVING THE EVIDENCE SYSTEM IN THE INVESTIGATION OF ARSON-RELATED CRIMES

In this article, the circumstances of the occurrence and development of a fire are established through a numerical experiment. The study proved that when investigating the circumstances of a fire in a car, it is necessary to establish not only the technical cause of the fire, but also to identify the shortcomings that existed in the car and led to the fire, as well as to determine the nature of these shortcomings. According to the existing methodology presented in this study, the solution of these tasks is not within the competence of a fire technical expert, since it is not related to the study of the gorenje process. In this regard, in cases not related to the arson of the PBX, we propose to appoint a comprehensive automotive and fire-technical expertise of the PBX.

Keywords: expertise, expert analysis, arson.

За последние годы поджог как один из способов уничтожения или повреждения чужого имущества стал одним из весьма распространенных преступлений. Специально организованные и подготовленные поджоги чужого имущества стали средством психологического воздействия и нанесения ущерба с целью вымогательства, нарушения нормального режима работы хозяйственных объектов в целях устранения конкурентов, получения необоснованного страхового возмещения.

© Шувалов О. В., Таратанов Н. А., Мочалов А. М., 2024

Каждый четвертый поджог совершается в частном магазине, фермерском хозяйстве и на других объектах, принадлежащих гражданам. В большей степени это связано со случаями вымогательства и шантажа в отношении лиц, занимающихся частным бизнесом. На основании этого можно с уверенностью сказать, что такой способ влияния на людей, основанный на совершении поджога или его угрозе, будет распространен и в дальнейшем.

В связи с этим целью данного исследования является разработка предложений, направленных на совершенствование системы доказательств при расследовании преступлений, связанных с повреждением или уничтожением чужого имущества, путем поджога.

Для достижения целей исследования были поставлены следующие задачи:

1) Проанализировать практику расследования уголовных дел об умышленном уничтожении или повреждении чужого имущества путем поджога.

2) Изучить специфику совершения данных преступлений, исследовать вопросы их раскрытия и расследования;

3) Исследовать криминалистическую характеристику умышленного уничтожения или повреждения чужого имущества, совершенного путем поджога, ее элементы; установить закономерные взаимосвязи между ними;

4) Определить наиболее распространенные на современном этапе способы подготовки, совершения и сокрытия умышленных поджогов чужого имущества;

5) Исследовать типичные следственные ситуации и версии, выдвигаемые при расследовании данных дел;

6) Рассмотреть особенности тактики отдельных следственных действий и использование специальных знаний по делам данной категории;

7) Разработать рекомендации по повышению эффективности работы и улучшения взаимодействия служб при раскрытии и расследовании таких преступлений.

Анализ статистической информации показывает, что ежегодно в Российской Федерации в среднем из-за поджогов происходит 13410 пожаров, на которых гибнет 214 человек и наносится ущерб на сумму более двух миллиардов рублей.

Расследование преступлений, связанных с поджогами, представляет значительную сложность. Это связано с тем, что чаще всего под воздействием высоких температур в большинстве своем уничтожаются криминалистически важные следы (доказательства).

На рис. 1 представлена схема исследования пожара на АТС. Дознаватель ГПН ФПС МЧС России проводит осмотр места пожара, особое внимание уделяет прилегающей территории. Установление причин возгорания АТС проводится методом последовательного исключения. Анализ причин возникновения пожара на АТС показывает, что наиболее часто первичными

являются возгорания горючих жидкостей из-за утечки из топливной системы, а также неисправности электрооборудования.

На рис. 2 представлена схема исследования пожара на АТС. Выдвижение версий причины пожара на АТС зависят от установления места пожара АТС — внутри или снаружи.

Рис. 1. Схема исследования пожара на АТС

Как и на любом другом объекте, на транспортном средстве первым этапом работы по установлению причины пожара является определение места его возникновения, т.е. очага пожара.

На легковом автомобиле установление очага пожара начинается с выполнения «программы-минимум» — выявления зоны наибольших термических поражений в одном из трех отсеков:

- моторном отсеке;
- салоне;
- багажнике.

Анализ обстоятельств возникновения пожара и характеристика пожарной опасности АТС, выявление зон с очаговыми признаками необходимы для формирования промежуточных выводов. Систематизация комплекса признаков об очаге, источнике, причине пожара АТС, установление вида теплового источника, динамический осмотр АТС, проведение технического исследования специалистом –автотехником способствует формированию вывода о наличии причинно-следственной связи пожароопасного режима с возникновением пожара.

Оптимизация экспертных действий при расследовании причин пожаров АТС включает в себя комплексную оценку пожарной опасности современного автомобиля; разработку способов определения места возниковения и

установления причины пожара автотранспорта; разработка способов определения места возникновения и установления причины пожара автотранспорта.

Использование методики определения причин возникновения пожара автомобиля в результате поджога при выполнении данной работы были рассмотрены на конкретном пожаре.

«Собственник припарковал автомобиль «ВАЗ» на открытой площадке возле дома. Примерно через час в автомобиле произошел пожар, который был обнаружен по открытому пламени, выходящему из багажного отсека автомобиля. В результате пожара автомобиль поврежден, нанесён материальный ущерб, жертв и пострадавших нет. На момент осмотра специалистом ИПЛ автомобиль «ВАЗ» находился на открытой площадке возле дома.

Рис. 2. Схема по отработке версий при исследовании пожара на АТС

Анализируя повреждения, полученные автомобилем в результате пожара и выявленные при осмотре и исследовании автомобиля, можно утверждать, что максимальные термические повреждения в виде полного выгорания сгораемых материалов, выгорании лакокрасочного покрытия внутри багажного отсека, лакокрасочного покрытия двери багажного отсека сосредоточены в зоне, ограниченной дверью багажного отсека и спинкой заднего сидения. Далее термические повреждения уменьшаются в сторону лобового стекла, что является признаком направленности распространения горения из багажного отсека в сторону салона автомобиля. Вышеуказанные признаки свидетельствуют о расположении очага пожара внутри автомобиля в зоне, ограниченной дверью багажного отсека и спинкой заднего сидения.

В результате был сформулирован вывод, что причиной возникновения пожара послужило искусственное инициирование горения.

По результатам проведенного исследования были сделаны следующие выводы:

1. Пожарная опасность автомобиля определяется наиболее значимым фактором, влияющим на возникновение первичного очага возгорания;

2. Так как высокая доля пожаров возникает в результате поджогов АТС необходимо формирование экспертных процедур, эффективно выявляющих причины возникновения пожаров автотранспорта. В соответствии с этим необходимы и чрезвычайно важны методы, позволяющие однозначно установить место возникновения первичного очага пожара;

3. При осмотре прилегающей территории необходимо обращать внимание на наличие следов торможения, их точное расположение, направление и размеры;

4. Особое внимание необходимо обращать на характер разрушения остекления;

5. При исследовании остатков проводов целесообразно руководствоваться схемой электрооборудования автомобиля.

Проведенное исследование позволило разработать следующие рекомендации:

1. Применять при составлении фототаблиц программу для просмотра и редактирования изображений FastStone Image Viewer. Данная программа позволяет просматривать изображения, а также проводить различные операции, что является более чем достаточным, для того, чтобы подготовить фотографии для составления фототаблицы.

2. При осмотре места пожара и возникновении версии о поджоге либо технической неисправности, которая привела к розливу топлива, рекомендуем проводить измерения и отбор проб грунта в местах скопления горючей жидкости в случае разгерметизации топливной системы (места, в зоне нахождения моторного отсека).

3. Рекомендуем при осмотре дознавателями ГПН ФПС МЧС России прилегающей территории обращать внимание на наличие следов торможения, их точное расположение, направление и размеры (как показало изучение материалов проверки сообщения о преступлении, дознаватели практически не обращают внимание на следы).

4. При исследовании обстоятельств пожара в автомобиле считаем необходимым устанавливать не только техническую причину пожара, но и выявить недостатки, имевшиеся в автомобиле и приведшие к возникновению пожара, а также определить характер этих недостатков. По существующей методике, представленной в данном исследовании, решение данных задач не входит в компетенцию пожарно-технического эксперта, поскольку не связано с исследованием процесса горения. В связи с этим в случаях, не связанных с

поджогами АТС, предлагаем назначать комплексную автотехническую и пожарно-техническую экспертизу АТС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Таратанов Н.А., Карасев ЕВ., Таратанова А.В. Основы пожарно-технической экспертизы // Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса «Государственный надзор» за 2022 год: Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса, Иваново, 01 января – 31 декабря 2022 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 136-140. – EDN FEVGMC.

2. Таратанов Н.А., Карасев Е.В., Таратанова А.В. О важности проведения осмотра места происшествия // Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса «Государственный надзор» за 2022 год: Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса, Иваново, 01 января – 31 декабря 2022 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 133-136. – EDN EOQOHU.

УДК 621

Н. С. Щепетов, Н. А. Кропотова
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ И РАЗРАБОТКИ РОССИИ

Искусственный интеллект — это будущее цифровой трансформации, которая неразрывно связана с устойчивым и прорывным его развитием, в том числе и к системе МЧС России в целом. Развитие научно-технических прорывных технологий способствует изменению традиционных тенденций в области противопожарной защиты, пожарного надзора. Технология искусственного интеллекта внедряется на этапах строительных проектов, строительства и дальнейшей эксплуатации объектов. Неоспоримая роль искусственного интеллекта повышает эффективность надзора за огнем.

Ключевые слова: искусственный интеллект, пожарная безопасность, контроль, прогнозирование, управление, надзор и профилактика.

N. S. Shchepetov, N. A. Kropotova

ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON FIRE SAFETY WATCH

© Щепетов Н. С., Кропотова Н. А., 2024

Artificial intelligence is the future of digital transformation, which is inextricably linked with its sustainable and breakthrough development, including for the Russian Emergencies Ministry system as a whole. The development of scientific and technical breakthrough technologies contributes to changing traditional trends in the field of fire protection and fire supervision. Artificial intelligence technology is being implemented at the stages of construction projects, construction and further operation of facilities. The undeniable role of artificial intelligence increases the effectiveness of fire surveillance.

Keywords: artificial intelligence, fire safety, control, forecasting, management, supervision and prevention.

Обеспечение пожарной безопасности — одна из проблем современного общества, которая решается на государственном уровне. Поэтому для обеспечения безопасности общества и материальных ценностей применяются самые современные технологии [1]. Использование искусственного интеллекта на страже пожарной безопасности является новым опытом в зарубежных странах, а что касаемого России [2], то прорывной скачек не за горами. Искусственный интеллект способен выполнять следующие функции при обеспечении пожарной безопасности:

- обнаруживает пожары с помощью системы видеонаблюдения, встроенной системы тепловизоров и датчиков дыма, что позволяет сократить время реагирования личного подразделения на тушение возгораний;
- прогнозирует возникновение пожаров на основе комплекса данных окружающей среды, частоты возникновения на обособленных территориях, расчеты рисков, что может повлиять на профилактическую работу подразделений для осуществления профилактической надзорной деятельности подразделений МЧС России;
- управляет системами пожаротушения и эвакуацией, причем стоит отметить оптимальные маршруты, просчитанные системой, которые зависят от количества эвакуируемых людей и эвакуационных выходов, наличии препятствий при движении по эвакуационным путям, быть активным помощником для людских масс при движении к безопасным зонам и выходам, поскольку может сопровождаться сопутствующими осложнениями: обвалы, задымление, первая помощь пострадавшим, блокирование путей выхода, др.;
- анализирует данные для принятия оптимальных управленческих решений на основании временных паттернов (устойчивых методик и инструментов, позволяющих анализировать текущую ситуацию на графике).

Несомненно, все действующие инновационные разработки направлены на обеспечение пожарной безопасности как на отдельных предприятиях и организация, так и в стране в целом, добиваясь повторные появления подобных ситуаций. А это уже снижение рисков возникновения пожаров и сохранение человеческих жизней в общественных местах и местах с массовым пребыванием людей.

Профилактическая работа искусственного интеллекта направлена прежде всего на выявление комплексных факторов, которые могут привести к возникновению пожара. Это временные особенности, территориальное расположение, функциональность зданий и его состояние, состояние систем пожаротушения и его особенности обслуживания (давление воды, доступность, работоспособность, расход воды, температура, др.) и многое другое [3]. Это огромная база данных, которая на их основе может вырабатывать рекомендательную стратегию для профилактики конкретного объекта. Также система искусственного интеллекта может обрабатывать данные всех установленных датчиков (обнаружение дыма, повышенной температуры, перепада температур, др.), которые находятся на территории объекта. В любом случае, будут ли это скачки или интервальные данные, система обнаружит любые аномальные отклонения от усредненных значений. Подобные скачки могут предупреждать о повышенных рисках возникновения пожара. В случае если на производственном предприятии и организации имеется автоматизированное или роботизированное оборудование, то единая информационная система, объединенная искусственным интеллектом способна управлять и ими во благо обеспечения пожарной безопасности и сохранения жизни и имущества.

Система искусственного интеллекта, использующая метеорологические данные, может прогнозировать возникновение опасных ситуаций [4], например, длительная обстановка со стабильно высокой температурой способная увеличить риски возникновения и распространения пожаров, а сильный ветер способен нанести непоправимый урон, если вовремя не среагировать в таких опасных обстоятельствах. Искусственный интеллект в подобных ситуациях может предупреждать о таких возможных рисках. Своевременно спрогнозированные аномальные погодные явления способны вовремя провести комплекс предупреждающих мероприятий, предотвращающих стремительное распространение пожаров в лесополосе, где самыми страшными являются верховые пожары.

Нельзя пройти мимо еще одного фактора это управление искусственным интеллектом при проведении эвакуации. Работу системы можно использовать не только при реальных событиях, но при учебном, тренировочном моделировании по абсолютно разным направлениям развития ситуации с разными уровнями сложности. Например, с помощью алгоритмов искусственного интеллекта можно определить наличие открытых эвакуационных выходов и безопасных доступных путей эвакуации. При оповещении эвакуации, люди могут паниковать и не всегда следуют инструкциям, в этом случае система корректирует наиболее безопасный маршрут и его рекомендует для тех, кто оказался в подобных ситуациях. С другой стороны, в подобны ситуациях может оказаться и раненый, а также человек его сопровождающий. При эвакуации они могут отстать от большинства эвакуируемых людей. Система даст рекомендации по оказанию

первой помощи и рассчитает риски для построения оптимальных маршрутов. Бывали такие случаи, когда, используя компьютерное зрение, система искусственного интеллекта выводила раненых направляя их навстречу друг другу, а затем вывела в безопасную зону.

Что касается внедрения новшеств, связанных с искусственным интеллектом в зарубежных странах, то отметим Лесную службу агентства Министерство сельского хозяйства (US Forest Service, USFS), которрые внедрили систему искусственного интеллекта для тушения лесных пожаров [6], разработав «Индекс сложности тушения» (Suppression Difficulty Index) и «Карут потенциальных контрольных локаций» (Atlas of Potential Control Locations), где искусственный интеллект дополняет работу человека. Для мониторинга обстановки разработана FireNet технология, способная анализировать данные, приходящие с беспилотных летательных аппаратов, причем точность обнаружения достаточно высокая, 92 %.

В Южной Корее также применение прорывных технологий связано с научно-исследовательской деятельностью. Так в Университете Хонгика преподаватель вместе со студентами создал алгоритм для прогнозирования очагов возгораний на основе спутниковых изображений достаточной хорошего разрешения и машинного обучения. Утверждают, что технология оценивающая вероятность возникновения возгораний и поведение обнаруженного пожара точностью до 90 % способна повысить рациональность в системе распределения сил и средств, направленных на тушение пожара [7].

Ученые Гонконгского политехнического университета методами машинного обучения позволили совместить с численным моделированием пожаров (CFD) создали приложение IFETool (Intelligent Fire Engineering Tool) за счет обработки данных нейронными сетями [8]. Чем длительнее процесс обучения распознавания изображений видеокамер, поскольку зависит от качества полученных изображений, для обучения нейросети, совмещенный с разными алгоритмами «моделирования», которые используются нейросетью, а вот результат получается за считанные секунды.

Франция относится к тем странам, которые повсеместно внедряют искусственный интеллект во многие сферы жизнеобеспечения: здравоохранение, окружающая среда, мобильные приложения и системы их управления, оборона страны, о чем цитируют издания своего президента Э. Макрона: «Национальному исследовательскому институту информатики автоматики поручено внедрение и реализация Национальной программы по развитию искусственного интеллекта во Франции».

Рис. 1. Российские разработки

В России на основе машинного обучения и анализа данных работает приложение «Термические точки», разработанные МЧС России. Данное приложение интегрировано в информационную систему «Атлас опасностей и рисков», см. рис. 1, которая дает доступ не только пожарным, но и абсолютно любой желающий, который может ознакомиться с последними оперативными данными об угрозах и опасностях на Российской территории: эпидемии, наводнения, пожары, др.

На данном этапе управления средствами пожаротушения в городе Иваново отметим, что находится в традиционной стадии. Оснащенность предприятий и организаций, в том числе торговых и развлекательных центров города современными системами и аналитическими датчиками для сбора информации и хранения не имеется, за исключением видео-наблюдений и автоматизированной системы пожаротушения [9]. Эффективность традиционных методов и технологий управления средствами пожаротушения отстает от методов искусственного интеллекта. Но что касается прогнозирования за счет информационно-аналитической базы в этой области мы двигаемся, но достаточно медленно. Поскольку годами копится база и обеспечение обновлений для активного бесперебойного состояния, а вот данные расчета выдаются практически в несколько минут. Здесь есть некоторые направления, где можно развить достаточно современные мониторинговые элементы профилактической работы в области пожарной

безопасности. Отметим лишь, что в последнее время роль практических приложений [10] возрастает, отметим на примере образовательной организации в области подготовки специалистов пожарной и техносферной безопасности – Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, рис. 2. Их используют для профилактической работы, обучающие семинары для детей, обучения населения мерам реагирования на чрезвычайные ситуации, оповещение о пожаре, оказанию первой помощи, оповещение о пожаре на атомных объектах [11], др.

Рис. 2. Модель цифровой трансформации в образовательной организации

Таким образом, система искусственного интеллекта способна минимизировать риски и спасти жизни, а также оперативно реагировать на возможные угрозы и аномалии, предотвращая возникновение пожаров, а способность прогнозирования способна повысить эффективность профилактических мероприятий и качество пожарной безопасности страны в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кропотова Н.А. Искусственный интеллект на страже безопасности // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 30-й годовщине МЧС России, Иваново, 21 апреля 2020 г. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. – С. 167 – 172.

2. Кропотова Н.А. Анализ применения АПК «Безопасный город» на примере г. Санкт-Петербурга // Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, 25 октября 2019 года, г. Железногорск. – Изд-во: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. – С. 410 – 417.

3. Иванов В.Е., Кропотова Н.А. Предотвращение экологической опасности экстремальной робототехникой // Материалы IV Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны «Гражданская оборона на страже мира и безопасности»: в 3 ч. Ч. II. Проблемы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2020. – С. 331 – 335.

4. Кропотова Н.А. Прогнозирование экологических последствий возможных аварий // Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, 25 октября 2019 года, г. Железногорск – Изд-во: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. – С. 303 – 307.

5. Мельников Г.О., Турсенев С.А. Интеграция технологии искусственного интеллекта для повышения эффективности эвакуации людей при пожаре // Natural and man-made risks (physical, mathematical and applied aspects). № 4 (48)–2023. pp. 30 – 36. [Электронный ресурс] URL: file:///C:/Users/User/Downloads/3.1.pdf (доступ свободный).

6. Rykova T.V. Towards the analysis of the performance measures of heterogeneous networks by means of two-phase queuing systems // Discrete and Continuous Models and Applied Computational Science. 2021. Vol. 29. № 3. P. 242-250. [Электронный ресурс] URL: https://doi.org/10.22363/2658-4670-2021-29-3-242-250 (доступ свободный).

7. Андреев А.В., Доронин А.С., Терехин С.Н. Перспективы построения систем пожарной сигнализации на принципах искусственного интеллекта (на примере газовых пожарных извещателей) // Научно-аналитический журнал «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2022. № 1. С. 65-74.

8. Применение искусственного интеллекта в пожарной безопасности // [Электронный ресурс] URL: https://firefinder.ru/statyi/primenenie-iskusstvennogo-intellekta-ii-v-pozharnoj-bezopasnosti/ (доступ свободный).

9. Новые технологии в области пожарной безопасности: инновации для спасения жизни и предотвращения пожаров // [Электронный ресурс] URL: https://smolspas.admin-smolensk.ru/news/novye-tehnologii-v-oblasti-pozharnoj-bezopasnosti-kakie-innovacii-pomogayut-predotvratit-pozhary-i-spasti-zhizni/ (доступ свободный).

10. Оповещение при пожаре «Emsok» // [Электронный ресурс] URL: https://emsok.com/content/articles/novye-tekhnologii-v-oblasti-pozharnoj-bezopasnosti/ (доступ свободный).

11. В России создали бокс для испытания пожарной сигнализации с ИИ на атомных объектах // [Электронный ресурс] URL: https://nauka.tass.ru/nauka/19978141 (доступ свободный).

УДК 614.841.411

Я. В. Янова, И. А. Румянцев, С. Н. Ульева, А. Л. Никифоров
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ОБРАБОТОК НА ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ

Растущие перспективы применения древесины требуют разработки новых эффективных подходов по ее огнезащите. Оценка наиболее распространенных видов огнезащитных составов показала, что большинство из них рассчитаны на замедление процесса воспламенения материалов и конструкций достигается посредством увеличения времени их воспламенения, уменьшения интенсивности пламени и скорости его распространения. Однако внимание должно уделяться одновременно и вопросам защиты древесины от процессов термодеструкции.

Ключевые слова: целлюлоза, древесина, огнезащита, горючесть, термодеструкция.

Ya. V. Yanova, I. A. Rumyancev, S. N. Uleva, A. L. Hikiforov

ASSESSMENT OF THE EFFECT OF FLAME RETARDANT TREATMENTS ON CHANGES IN THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF WOOD

The growing prospects for the use of wood require the development of new effective approaches to its fire protection. An assessment of the most common types of flame retardants has shown that most of them are designed to slow down the ignition process of materials and structures by increasing their ignition time, reducing the intensity of the flame and the speed of its propagation. However, attention should be paid at the same time to the protection of wood from thermal degradation processes.

Key words: cellulose, wood, fire protection, flammability, thermal degradation.

Древесина является наиболее распространенным материалом для строительства жилого сектора в нашей стране**.** Благодаря введению СП 452.1325800.2019 стало возможным строительство многоэтажных жилых зданий с применением деревянных конструкций [1]. Широкое использование древесных материалов вызывает необходимость учитывать их пожарную опасность.

Для снижения значений этих показателей для данного природного материала применяют огнезащитные обработки.

© Янова Я. В., Румянцев И. А., Ульева С. Н., Никифоров А. Л., 2024

Древесина в сухом остатке состоит преимущественно из органических веществ (99 % общей массы). Продукт растительного происхождения имеет слоисто-волокнистое строение, состоит из разнообразных клеток, вытянутых вдоль ствола. Из этих химических элементов состоят сложные органические вещества, которые входят в состав клеточной ткани древесины, — лигнин, гемицеллюлоза, целлюлоза (танины, смолы, камеди, эфирные масла и другие) [7].

Термическое разложение органических соединений древесины приводит к созданию горючей паровоздушной смеси на ее поверхности, склонной к воспламенению при наличии источника зажигания, древесина способна к быстрому воспламенению.

Огнезащитные составы бывают разных видов в зависимости от типа покрытия конструкции: краски, лаки, пропиточные составы, пасты, обмазки, штукатурные смеси.

Цель работы заключается в анализе огнезащитной эффективности различных составов и выработка рекомендаций по их использованию на практике.

Огнезащитные средства применяются для замедления процесса воспламенения материалов и конструкций посредством увеличения времени их воспламенения, уменьшения интенсивности пламени и скорости его распространения.

Рынок современных огнезащитных препаратов представлен огромным количеством составов, которые различаются по химической природе, количеству компонентов, технологии нанесения и ряду других показателей, а вот недостаток у всех этих препаратов один.

Обрабатывая древесину огнезащитными составами или создавая негорючие материалы на основе производных древесины, мы повышаем значения коэффициента теплопроводности. Пропиточные обработки огнезащитными составами не только ухудшает эксплуатационные характеристики, связанные с обеспечением теплового баланса между температурой окружающей среды и температурой внутри помещения, но и ситуацию с термической устойчивостью материала. Основу материала, прошедшего огнезащитную обработку, составляет целлюлоза – природный полимер, который при воздействии открытого пламени способен воспламеняться, а при воздействии тепловых потоков подвергаться термодеструкции.

Термодеструкция древесины — это сложный многостадийный физико-химический процесс, при котором нагрев приводит к деструкции материала, изменению его состава и структуры [2, 3].

Структура древесины начинает разрушаться при нагревании выше 150 °С. При этой температуре происходит размягчение целлюлозы и лигнина (двух основных компонентов древесины), то есть прочность силовых конструкций, обработанных огнезащитными составами, при воздействии тепловых потоков и

открытого пламени все равно будет снижаться, причем для обработанных огнезащитными составами материалов скорость деструкции будет выше, чем у незащищенной древесины, что объясняется увеличением коэффициента теплопроводности слоя материала пропитанного антипиреном.

При дальнейшем повышении температуры происходит пиролиз компонентов в условиях недостатка кислорода (процесс пиролиза древесины). Разложение завершается выделением газообразных продуктов и образованием угля.

В отличие от горения, термодеструкция происходит при нагревании древесины без доступа кислорода. В результате этого процесса образуются летучие углеводороды, уголь и другие продукты, не требующие присутствия кислорода. Кроме того, термодеструкция может происходить при температурах, которые недостаточны для инициирования горения, и она может значительно изменить состав и структуру древесины, делая ее более одной термостойкой. Однако в условиях высоких температур и в отсутствие кислорода, термодеструкция всё равно приводит к потере прочности и целостности древесного материала.

Таким образом, основное отличие между процессами заключается в том, что горение требует наличия кислорода и приводит к быстрому разрушению с выделением тепла и света, в то время как термодеструкция происходит в условиях без доступа кислорода и приводит к изменению структуры древесины без мгновенного воспламенения.

Анализ изученных исследований [2–6] показал, что традиционные огнезащитные мероприятия не обеспечивают сохранения целостности и несущей способности строительным конструкциям из древесины и ее производных. По нашему мнению, наиболее перспективным способом огнезащиты древесины на данный момент является применение интумесцентных составов. Однако использование таких составов тоже имеет ряд технических и экономических ограничений. В настоящее время нами ведется разработка новой технологии и состава для обеспечения защиты строительных конструкций из древесины от воздействия открытого пламени и тепловых потоков.

В основе разрабатываемого подхода легла разработка композита на основе вспучивающиеся огнезащитного состава терморасширяющегося типа. Такой состав при воздействии температуры сильно увеличивается в объеме (терморасширяется), образуя при этом термоизолирующий слой пенококса («шубу»). За счет низкой теплопроводности пенококсовый слой в течение определенного времени, зависящего от огнезащитной эффективности состава, защищает строительные конструкции от перегрева, деформации и обрушения. Вспучивающиеся покрытия в своем составе должны иметь компоненты, которые являются источником образования вспененного угольного слоя, покрывающего поверхность конструкции, постепенно закоксовываясь, и

собственно вспучивающего компонента, способного разлагаться при воздействии температуры с образованием газообразных соединений.

На основании проведенного материала. Можно сделать следующие выводы:

Мы рассмотрели основные достижения в области огнезащиты древесины — одного из важнейших строительных материалов. Наряду с несомненными успехами в этой сфере ряд проблем остаются нерешенными. А именно:

- создание защитных составов комбинированного действия;
- создание надежных методов оценки продолжительности действия огнезащитных пропиток и покрытий;
- создание добавок, которые сохраняют фактуру природного материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 452.1325800.2019 — Свод правил «Здания жилые многоквартирные с применением деревянных конструкций. Правила проектирования».

2. Асеева Р.М., Серков Б.Б., Сивенков А.Б., Кулаков В.С., Крашенниникова Н.Н., Сахаров А.М., Сахаров П.А. Эффективность и механизм действия двух огнезащитных систем для древесины // Пожаровзрывобезопасность. 2007, том 16, №5, с. 23-30.

3. Трушкин Д.В., Корольченко О.Н. Бельцова Т.Г. Горючесть древесины, обработанной огнезащитными составами // Пожаровзрывобезопасность. 2008, том 17, №1, С. 29-33.

4. Никифоров А. Л., Легкова И. А., Ульева С. Н., Шарабанова И. Ю. Актуальные вопросы огнезащиты целлюлозных 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. 298-301.

5. Ульева С.Н., Никифоров А.Л., Румянцева В.Е., Легкова И.А., Шарабанова И.Ю. Защита целлюлозных материалов от воздействия высоких температур и открытого пламени//Известия вузов. Технология текстильной промышленности. Вып.№2 (410) 2024г.С.207-212.

6. Сиплатов А.А., Никифорв А.Л., Панев Н.М., Мусатов В.А. Разработка нового подхода к обеспечению защиты строительных конструкций из древесины и материалов на ее основе от воздействия высоких температур и открытого пламени// Современные проблемы гражданской защиты. 2023. № 1 (46). С.136-144.

7. Строительные материалы и конструкции и их поведение при возникновении ЧС: учебное пособие/ Наконечный С.Н., Винокуров М.В. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. С.81-83.

СОДЕРЖАНИЕ

Абакумов А. В., Федоринов А. С., Ерзунов К. А., Одинцова О. И. Характеристика инновационных способов придания огнестойкости хлопчатобумажным тканям 3

Абашкин А. А., Пехотиков А. В., Хасанов И. Р. Огнестойкость строительных конструкций двухпутных тоннелей метрополитенов.....7

Аверина Е. А., Бубнов В. Б. Особенности проектирования систем противопожарного водоснабжения для природно-климатических условий Арктики 10

Бакланов Н. М., Зарубина Е. В., Никифоров А. Л., Шмелева Т. В. К вопросу о создании нового строительного материала из отходов сельскохозяйственной и деревообрабатывающей промышленности 14

Баусов А. М., Комельков В. А., Сорокин Д. В., Митрофанов А. С., Зарубина Е. В. Основные требования к работе уплотнительных устройств пожарно-технической продукции 17

Боков Г. В., Смелков Г. И., Грузинова О. И., Сорокина И. А. Отдельные вопросы ограничения источников зажигания в электрооборудовании 23

Бондаренко М. В., Кляузов А. Ю., Кузовков И. М., Хачиров А. В. Горение и тушение металлов: анализ характерных пожаров 27

Бочкарев А. Н., Курбатов А. А. Оценка общего технического состояния пожарных автомобилей.....31

Бубнов В. Б., Репин Д. С., Рогов М. А., Чекушкин А. М. Моделирование рабочих характеристик насосов, перекачивающих воду с добавкой водорастворимого полимерного материала 36

Буланов Д. А. Гибкие плоскосворачиваемые композитные рукава, на основе синтетических волокон с полиуретановым связующим: устройство и применение 39

Ветров В. М. Системы обнаружения пожара как основная составляющая своевременной реакции на сложившуюся чрезвычайную ситуацию 42

Вогман Л. П., Болодьян И. А., Долгих Д. В., Простов Е. Н. Исследование тепловых потоков при хранении тяжелых фракций углеводородов (на примере битума) при повышенных температурах в резервуарах с теплоизоляцией из негорючих волокнистых материалов для выбора материалов теплоизоляции с улучшенными свойствами и способами ее размещения.....48

Водясов А. Н., Покровский А. А. Тепловой расчет устройства для сушки напорных пожарных рукавов 54

Гайдарбегов И. Г., Федосеев Е. В., Свечников И. В., Спиридонова В. Г. Анализ статистики и причин возникновения пожаров электрооборудования.....58

Гарафиев А. Р., Тихонова Н. В. Материалы для защитной одежды при возгораниях на предприятиях химического комплекса 63

Голкин А. В., Усолкин С. В., Лещёв А. С., Чудаева Е. А. Аналитический обзор опыта разработки специальных технических условий при проектировании многоквартирных жилых домов 67

Голкин А. В., Зуев С. А., Карпов А. В., Панфилов С. Г. К определению количественных характеристик опасных факторов пожара при моделировании горения автомобилей с двигателем внутреннего сгорания и электромобилей 74

Голубева Е. С., Зарубина Е. В., Репин Д. С. Применение систем видеонаблюдения для обнаружения пожара 81

Гомозов А. В., Лучкин С. А., Лебедев М. С., Вандышева В. Ю. Направления актуализации нормативных требований по снижению пожарной опасности строительных конструкций 84

Городжий Д. А., Жаков П. Ю. К вопросу о методах повышения долговечности деталей пожарного оборудования 89

Губанов А. П., Борисов А. О., Цугунов В. Д. Пенообразователи, применяемые в подразделениях пожарной охраны 94

Гусев М. А., Салихова А. Х., Тюриков П. С. Обзор пожаров на производственных объектах и выявление проблем обеспечения пожарной безопасности производственных объектов 100

Димухаметов Р. Р., Шарова А. П., Кнутов А. А., Иванова Д. С., Плахов В. В., Белобородова О. И. Тонкослойные аэрозолеобразующие пироэлементы для тушения целлюлозных материалов 104

Жерехов Н. Д., Иванов В. Е. Анализ робототехнических устройств применяемых для тушения пожаров.....107

Жуков В. Е., Ульева С. Н., Никифоров А. Л. Поиск химических соединений разлагающихся с выделением кислорода 112

Загуменнова М. В., Надточий О. В., Малёмина Е. Н., Преображенская Е. С. Пожары и их последствия, связанные с пиротехническими изделиями 115

Зенкова И. Ф., Козырев Е. В., Адамов Д. С. Обзор изменения № 1 ГОСТ Р 59639-2021 «Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Руководство по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту. Методы испытаний на работоспособность» 120

Зубань А. В., Константинова Н. И., Поединцев Е. А., Кривошапкина О. В. Экспериментальные исследования тепловой изоляции промышленных трубопроводов 124

Казаков О. А., Вознесенский Э. Ф. Исследование модифицированных алюмосиликатов в качестве антипиренов для текстильных материалов 128

Калашников Д. В., Семенов А. О., Титова Е. С. Особенности применения технических средств в мониторинге развития природных пожаров 134

Калашников Д. В., Семенов А. О. Методы раннего обнаружения природного пожара.....139

Карабутов С. В., Елфимов Н. В. Актуальные вопросы техногенных ЧС — взрывов бытового газа 144

Карасев Е. В., Таратанов Н. А., Курочкина Е. Ю. Развитие понятия обоснованного риска в деятельности пожарных 150

Кедровский Е. В., Салихова А. Х. Основные направления обеспечения пожарной безопасности производственного объекта ООО «Прохоровский элеватор» 153

Кедровский Е. В., Салихова А. Х., Буланов К. И. Проблемы исследования пожарной опасности технологических процессов с горючими пылями 158

Кожевин Д. Ф., Естехин В. Г. Определение скорости доставки первичных средств пожаротушения на объектах водного транспорта. 160

Коломейцева Э. А., Ерохина Е. В. Разработка и внедрение инновационных огне-термозащитных биостойких полимерных, текстильных материалов для обеспечения пожарной и экологической безопасности общества.....164

Коробейникова Е. Г., Блюденов Д. И. Сравнительная оценка методов расчета стехиометрической концентрации органических пылей, содержащих серу 169

Косицкий С. С., Гришенькина Е. А., Алексеев Ф. А. Анализ аварийности при перевозках железнодорожным транспортом.....173

Косицкий С. С., Кардаш Д. Е., Кадочникова Е. Н. Результаты моделирования распространения опасных факторов пожара в замкнутых объемах воздушных транспортных средств.....179

Кочетова А. А., Никифоров А. Л., Шабунин С. А., Панев Н. М., Наконечный С. Н. Научные подходы к поиску оптимальных компонентов огнезащитных составов для строительных материалов на основе производных древесины.....186

Краснов А. А., Семенова К. В., Пашкова Т. В. Классификация метателей рыхлых материалов 190

Краснов А. А., Семенова К. В., Пашкова Т. В. К вопросу о геометрии кулисного механизма пожарного грунтометателя 195

Ксенофонтов С. И., Лепаев А. Н., Васильева О. В., Панышев Н. А. Смесевые моторные топлива на основе керосина и изопропанола 199

Кузнецов М. В. Высокотемпературная переработка отработавшего свой ресурс реакторного графита с использованием процессов горения.....204

Кузнецов М. В. Метод утилизации пожаро- и взрывоопасного моноэтаноламина 206

Леменков М. Д., Шархун С. В. Существующие методы контроля строительных материалов 211

Логинов В. В. Вопросы совершенствования беспилотных летательных аппаратов для решения задач ликвидации последствий пожаров и взрывов 215

Максимова М. А., Калашников Д. В., Емелин В. Ю. Роль модельных экспериментов в учебном процессе 218

Маличенко В. Г. Подход к обследованию зданий с термоиндикаторами 223

Малый В. П., Амерханов Т. Р. Литературно-аналитическое исследование методов и устройств для предотвращения перемерзания воды в элементах насосно-рукавных системах при критически низких температурах Сибири и Арктической зоны России 227

Маматкулова Ш. Я., Сырбу С. А. Исследование морфологии поверхности текстильных материалов с огнезащитной обработкой.....233

Мамонтов А. П., Антипов В. А. Системы импульсного пожаротушения, как новый универсальный способ ликвидации возгораний. 239

Медведев И. В., Зарубина Е. В. Разработка предложений по применению запорных устройств для пожарных соединительных головок.....242

Мелихов А. С., Болодьян И. А., Истомин И. В. Роль конвекции в горении полимерных материалов в обогащенных кислородом средах.....245

Мордвинова А. В., Некрасов В. П., Воронина Е. А., Мирошниченко С. А. Подход к оценке основных параметров бассейнов-накопителей для сбора аварийных проливов криогенных жидкостей 250

Мочалов А. М., Таратанов Н. А., Карасев Е. В. Обоснование увеличения размера крупного материального ущерба по делам о пожарах 255

Мочалова Т. А., Сторонкина О. Е. Выбор профилактических мероприятий, связанных с правонарушениями в области пожарной безопасности, проводимых в отношении различных организаций и категорий населения 260

Мочалова Т. А., Сторонкина О. Е., Шабунин С. А. Зависимость воспламеняемости синтетических тканей от их состава и поверхностной плотности 264

Мочалова Т. А., Сторонкина О. Е. К вопросу о назначении штрафов за нарушение правил пожарной безопасности при различных обстоятельствах 269

Наумов А. Г., Сырбу С. А. Возможности использования СОТС направленного действия для обеспечения пожарной безопасности технологических процессов обработки материалов резанием.....275

Никифоров А. Л., Легкова И. А. Новый подход к огнезащите текстильных материалов, древесины и ее производных.....281

Никифоров А. Л., Легкова И. А., Ульева С. Н. Разработка экспериментальной установки для определения прочности отремонтированного участка пожарного рукава.....287

Николаева А. Н., Бубнов В. Б. Внутренний противопожарный водопровод как важнейший элемент обеспечения пожарной безопасности 290

Осмоловская А. А., Лазарев А. А., Емелин В. Ю., Солдатов Р. А., Сторонкина О. Е., Романова О. С., Редков С. К. Регламентация и структурирование специальных технических условий по пожарной безопасности 295

Панев Н. М., Сорокин Д. В., Комельков В. А. Пожарная опасность текстильных материалов: анализ проблемы и пути решения.....299

Пеленев В. А., Иванов А. Н., Третьяков А. А. Текущий анализ и основные рекомендации по предупреждению травматизма и гибели пожарных.....303

Пеньков И. В. Определение температуры нагрева печного оборудования 307

Перегудова Н. В., Фирсов А. Г., Загуменнова М. В., Чечетина Т. А. Помещения электрощитовых и распределительных щитов — «источник повышенной пожарной опасности» 311

Перегудова Н. В., Москвилин Е. А. Организация дополнительного обучения по тушению ландшафтных (природных) пожаров.....315

Песикин А. Н., Попов В. И., Пуганов М. В., Салихова А. Х. План эвакуации автомобилей при пожаре 321

Плешаков В. В., Таратанов Н. А. Определение массы сгоревшей нагрузки при расследовании пожаров 325

Порада Д. П., Калашников Д. В., Шувалов О. В. Особенности исследования металлических крепежных изделий при различных условиях теплового нагрева.....329

Рассказов Е. С., Корольченко Д. А. Влияние волны сжатия дефлаграционного взрыва на легкосбрасываемые конструкции здания.....334

Рева О. В., Врублевский А. В. Гальваносинтез твердых защитных покрытий для деталей аварийно-спасательной техники.....343

Руденко А. Е., Косицкий С. С., Сопот В. Н. Совершенствование системы обеспечения пожарной безопасности объектов капитального строительства Вооруженных Сил Российской Федерации 348

Рябиков А. И., Варламкин А. А., Грузинова О. И., Сорокина И. А. Совершенствование требований пожарной безопасности к электроустановкам объекта защиты 353

Салихова А. Х., Сырбу С. А., Баринова Е. В., Чуприна О. С. Повышение устойчивости к воздействию пламени технических тканей 356

Свирщевский С. Ф., Лейнова С. Л., Соколик Г. А., Рубинчик С. Я. Исследование токсичности продуктов горения полимерминеральных композиций для устройства пола 359

Селивёрстов В. И., Саенкова А. Б. Методика определения защищаемой площади и удельного расхода огнетушащего порошка для установок пожаротушения по классу D.....364

Селютин Д. Д., Азовцев А. Г. Анализ статистики пожаров на маслоэкстракционных заводах с 2017 по 2024 гг.....367

Семенов А. О., Разумова Е. Ф. Особенности использования макета-демонстратора автомобиля «РХМ УАЗ-469рх» 370

Семенов А. О., Зейнетдинова О. Г. Использование современных технологий в образовательном процессе при подготовке специалистов в области пожарной безопасности 374

Сизов Н. А., Фролов М. А., Наконечный С. Н. Изучение вопроса определения параметров огнестойкости строительных конструкций 378

Сиплатов Е. А., Никифоров А. Л., Нагановский Ю. К., Новожилова К. А. Поведение огнезащитных покрытий из натриевого и калиевого жидкого стекла при воздействии теплового потока 381

Сопот В. Н., Букреева О. В., Косицкий С. С. Сравнительный анализ технических характеристик аэродромного пожарного автомобиля АА-8,0/60-50/3 386

Спиридонова В. Г., Циркина О. Г., Куликова Е. Л. Определение перечня показателей, используемых для оценки пожарной опасности текстильных материалов 394

Сторонкина О. Е., Мочалова Т. А. Разработка предложений по совершенствованию порядка применения административных наказаний за невыполнение предписаний в установленный срок 400

Сторонкина О. Е., Мочалова Т. А., Осмоловская А. А. Поведение текстильных материалов при воздействии источников зажигания малой мощности 407

Сторонкина О. Е., Мочалова Т. А. Исследование пожароопасных характеристик обивочных мебельных тканей.....412

Стрельцов О. В., Кондашов А. А., Бобринев Е. В., Удавцова Е. Ю., Маторина О. С. Анализ опасности пожаров, связанных с технологическими процессами, на производственных объектах.....415

Талалаева Г. В., Втюрин Д. А. Безопасность материалов для нового вида экологического волонтерства — сити-фермерства 420

Таратанов Н. А., Карасев Е. В. База данных по термическому анализу полимерных материалов в целях судебной пожарно-технической экспертизы 426

Таратанов Н. А., Карасев Е. В. Установление обстоятельств возникновения и развития пожара посредством численного эксперимента 431

Таратанов Н. А., Карасев Е. В. Экспертная оценка действий, направленных на тушение пожаров в рамках проведения судебной пожарно-технической экспертизы 436

Таратанов Н. А., Карасев Е. В. Способы упаковки и хранения объектов СПТЭ, содержащих инициатор горения.....440

Таратанов Н. А., Карасев Е. В. Оценка пожарной опасности потолочных светодиодных светильников 444

Тарикулиев А. Н., Таратанов Н. А., Карасев Е. В. Совершенствование насадки на пробоотборник газоанализатора с фотоионизационным детектором.....449

Томилов М. К. Установление зависимости влияния вязкости на эффективность тушения модельного очага пожара в лабораторных условиях.....454

Третьяков А. А., Мельник А. А., Папырин В. В., Цой А. А. Анализ возможных угроз возникновения чрезвычайных ситуаций и современного состояния сил и средств МЧС России в Арктическом регионе.....459

Тухбатулин М. Н., Барбин Н. М. Современные огнезащитные краски на водной основе для защиты металлических конструкций.....465

Удавцова Е. Ю., Стрельцов О. В., Бобринев Е. В., Кондашов А. А., Шавырина Т. А. Динамика количества пожаров по технологическим причинам на производственных объектах с 2019 по 2023 гг. 469

Усолкин С. В., Пехотиков С. А., Хорошилов Н. А., Лещёв А. С. Особенности обеспечения безопасности людей с ограниченными возможностями при пожаре.....473

Фабер В. В. О теоретических основах работы по обеспечению пожарной безопасности в организациях и об отдельных проблемах, связанных с ее практическим проведением.....478

Фабер В. В. О современном состоянии дел с противопожарной подготовкой населения в стране 489

Файзуллина Э. А., Краснов А. В. Методические рекомендации по оценке противопожарных разрывов между производственными зданиями.....496

Федосеев Е. В., Чистов П. В. Использование лифтов для безопасной эвакуации людей из высотных зданий 501

Федосеев Е. В., Багажков И. В. Использование роботизированных пожарных стволов при тушении объектов нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности: сравнительный анализ с обычными лафетными стволами.....505

Федотов И. Ю. Анализ существующих устройств-приводов для закрывания светопрозрачных противопожарных устройств и люков.....509

Фирсов А. Г., Надточий О. В., Гончаренко В. С., Арсланов А. М. Анализ пожаров и их последствий от электрических распределительных щитов в Российской Федерации в 2023 г. 513

Фролов М. А., Сизов Н. А., Наконечный С. Н. О необходимости определения фактической степени огнестойкости здания 519

Хабиров Т. Р., Колбашов М. А., Каменев В. И., Корчева Д. А. Анализ системы-112 и предложения по её совершенствованию 523

Халилова А. А., Тихонова Н. В. Исследование самозатухаемости текстильных материалов с водоотталкивающей пропиткой для рабочей одежды 530

Хафизов И. Ф., Халиков Р. В. Исследование снижения падающего теплового потока на объекты, защищаемые дренчерными завесами 534

Цветков Д. Е. Модели сорбции антипиренов древесиной для численных расчетов в целях определения основных параметиров процесса.....538

Чибисов А. Л., Соина Е. А., Москвилин Е. А., Волкова А. В. Методы оценки пожаро и взрывоопасных свойств гидридов металлов 543

Чудакова А. Ф., Сырбу С. А. Возможности использования композиционных материалов как альтернативы лакокрасочным в нефтяной промышленности для защиты технологического оборудования от образования пирофорных отложений...547

Шамаев И. А., Зиатдинова К. В., Ульева С. Н. Пожарная опасность электроустановок в жилом секторе 551

Шарипов А. Ф., Циркина О. Г. Обеспечение пожарной безопасности медицинского учреждения с круглосуточным пребыванием людей 554

Шарымова С. М., Зарубина Е. В., Никифоров А. Л., Репин Д. С. Исследование способов получения теплоизоляционных пожаробезопасных материалов из отходов различных производств 559

Шевляков И. С., Шевляков С. В. Требования к использованию полимерных герметиков для модификации противопожарных преград 562

Ширяев Е. В., Сенцова В. М. Анализ причин пожаров на автомобильных газозаправочных станциях 567

Шувалов О. В., Таратанов Н. А., Мочалов А. М. Совершенствование системы доказательств при расследовании преступлений, связанных с поджогом.....570

Щепетов Н. С., Кропотова Н. А. Искусственный интеллект и пожарная безопасность: зарубежный опыт и разработки россии.....575

Янова Я. В., Румянцев И. А., Ульева С. Н., Никифоров А. Л. Оценка влияния огнезащитных обработок на изменение физико-механических свойств древесины ..582

СОВРЕМЕННЫЕ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ VII МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Иваново, 17 октября 2024 г.

MODERN FIREPROOF MATERIALS AND TECHNOLOGIES

COLLECTION OF MATERIALS OF THE VII INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE

Ivanovo, October 17, 2024

Текстовое электронное издание

Издается в авторской редакции

Подготовлено к изданию 14.11.2024 г.
Формат 60×84 1/16. Усл. печ. л. 34,5. Заказ № 290

Отделение координации научной и редакционно-издательской деятельности
научно-технического отдела
Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России
153040, г. Иваново, пр. Строителей, 33

ISBN 978-5-907492-53-0

9 785907 492530 >