

Научная статья

УДК 608.2; DOI: 10.61260/1998-8990-2025-1-202-213

ОЦЕНКА ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШТАТНЫХ СРЕДСТВ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ МЧС РОССИИ

✉ Мещеряков Илья Вячеславович;

Алексеик Евгений Борисович.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

✉ Ilya.mesch@mail.ru

Аннотация. Исследован огнетушащий эффект водных растворов компонентов дегазирующих, дезактивирующих веществ, находящихся на вооружении подразделений гражданской обороны МЧС России. Проведены эксперименты по тушению модельных очагов пожаров классов А и В, подтверждена гипотеза о возможности применения штатных средств дегазации и дезактивации для тушения пожаров. Исследована проникающая способность штатного пенообразователя пожарной охраны ПО-3 и водного раствора порошка СФ-2У. Оценена кратность пены, полученной при растворении СФ-2У в воде с различным содержанием солей в сравнении со штатными пенообразователями пожарной охраны. Экспериментально подтвержден положительный эффект предварительного воздействия на воду для раствора пенообразователя электрофизической обработки.

Ключевые слова: пожаротушение, СФ-2У, сульфонол, проникающая способность, пенообразователь

Для цитирования: Мещеряков И.В., Алексеик Е.Б. Оценка пожарно-технических характеристик штатных средств гражданской обороны МЧС России // Проблемы управления рисками в техносфере. 2025. № 1 (73). С. 202–213. DOI: 10.61260/1998-8990-2025-1-202-213.

Scientific article

ASSESSMENT OF THE POSSIBILITY OF FIRE EXTINGUISHING BY SANITARY MEANS OF THE UNITS CIVIL DEFENSE OF EMERCOM OF RUSSIA

✉ Meshcheryakov Ilya V.;

Alekseik Evgeny B.

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

✉ Ilya.mesch@mail.ru

Abstract. The fire extinguishing effect of aqueous solutions of components of degassing, deactivating and disinfecting substances used by civil defense units of EMERCOM of Russia was studied. Experiments were conducted to extinguish model fires of classes A and B, and the hypothesis about the possibility of using standard degassing and deactivating means to extinguish fires was confirmed. The penetrating ability of the standard fire protection foaming agent PO-3 and the aqueous solution of SF-2U powder was studied. The multiplicity of foam obtained on the basis of the SF-2U solution in water with different salt contents was estimated in comparison with the standard fire protection foaming agents. The positive effect of preliminary action on water for the foaming agent solution of electrophysical treatment was experimentally confirmed.

Keywords: fire extinguishing, SF-2U, sulfonol, penetrating ability, foaming agent

For citation: Meshcheryakov I.V., Alekseik E.B. Assessment of the possibility of fire extinguishing by sanitary means of the units civil defense of EMERCOM of Russia // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere = Problems of risk management in the technosphere. 2025. № 1 (73). P. 202–213. DOI: 10.61260/1998-8990-2025-1-202-213.

Введение

Ежегодно в России происходят тысячи пожаров, которые причиняют вред окружающей среде, негативно влияют на экосистему и уносят множество жизней. Удаленность пожарно-спасательных подразделений, плохое состояние дорожной сети, устаревший парк техники в сельской местности приводят к превышению нормативного времени прибытия подразделений к месту вызова. Кроме того, проблемным вопросом является недостаточное количество сил и средств штатных подразделений пожарной охраны.

При этом на вооружении подразделений гражданской обороны (ГО) имеются запасы водных растворов дегазирующих и дезактивирующих средств, которые потенциально могут быть использованы для пожаротушения [1].

Примером может служить дезактивирующий раствор СФ-2У. Данное вещество представляет собой однородный сухой мелкодисперсный порошок от белого до темно-желтого цвета, хорошо растворимый в воде. СФ-2У в подразделениях радиационной, химической и биологической защиты (РХБЗ) используют в виде водного раствора 0,3 % для дегазации техники, зараженной VX, ипритом и зоманом. СФ-2У также применяют для дегазации вооружения и военной техники [2]¹. Основным компонентом СФ-2У является сульфонол, который может быть использован в качестве пенообразователя.

Вопросы пенного пожаротушения в целом подробно рассмотрены в работах отечественных исследователей: А.Ф. Шароварникова, В.Ч. Реутта, С.С. Воеводы, И.И. Петрова, А.Н. Баратова, В.П. Молчанова, Ю.Н. Шебеко, В.П. Назарова, И.А. Болодьяна и др. [3–6]. Физико-химические свойства сульфонола рассмотрены в работах зарубежных ученых [7–11]. Пожарно-технических характеристик сульфонола в процессе анализа опубликованных работ не обнаружено, поэтому их исследование является актуальной задачей.

Цель работы состоит в том, чтобы оценить возможности пожаротушения дегазирующими и дезактивирующими средствами подразделений ГО МЧС России.

Задачи исследования:

- определить огнетушащий эффект водного раствора СФ-2У при тушении очагов пожара классов А и В;
- сравнить проникающую способность штатного пенообразователя пожарной охраны ПО-3 и водного раствора порошка СФ-2У;
- оценить кратность пены, полученной при растворении СФ-2У в воде с различным содержанием солей, в сравнении со штатными пенообразователями пожарной охраны.

Объекты и методы исследования

Авторами была исследована способность водного раствора СФ-2У к тушению модельных очагов пожара.

Раствор подавали к экспериментальному очагу пожара класса А (далее ЭОП-А). Очаг представлял собой штабель из восьми брусков размерами 300 x 20 x 20 мм. Для инициации горения под штабель устанавливали поддон с бензином АИ-95, поджигали и выдерживали минуту свободного горения, после чего осуществляли тушение раствором в объеме 100 мл [12–16].

¹ Классификация современных химических дезинфицирующих средств. URL: <https://studfile.net/preview/10101984/page:5/> (дата обращения: 29.01.2025)

Результат тушения ЭОП-А (рис. 1) считался успешным, если по истечении 10 мин очаг повторно не воспламенялся.



Рис. 1. Тушение ЭОП-А

Экспериментальный очаг пожара класса В (далее ЭОП-В) представлял собой емкость круглой формы диаметром 70 мм, в которую заливали 70 мл бензина АИ-95, поджигали и выдерживали 30 с свободного горения, после чего осуществляли тушение раствором² (рис. 2).



Рис. 2. Тушение ЭОП-В

Затем были изучены проникающая и пенообразующая способности препарата СФ-2У в сравнении с пенообразователем ПО-3, используемым подразделениями пожарной охраны [17–19]³.

² ГОСТ Р 51057–2001. Техника пожарная. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний. Доступ из инф.-правового портала «Гарант»

Для исследования проникающей способности в стеклянную колбу диаметром 43 мм помещали 80 г опилок хвойных пород⁴ и утрамбовывали до уменьшения объема в 2,75 раза. На утрамбованые опилки выливали по 10 мл водных растворов СФ-2У (0,3 %) и ПО-3 (6 %), выдерживали 5 мин, после чего визуально фиксировали глубину проникновения раствора в слой опилок (рис. 3). Каждый вид раствора был испытан четыре раза.



Рис. 3. Проникающая способность ПО-3, СФ-2У

Для определения кратности пены, получаемой на основе исследуемых растворов, использовали лабораторную модель ствола ГПС-600. Водные растворы СФ-2У (концентрация 0,3 %_{масс}) и ПО-3 (концентрация 6 %_{масс}) под давлением 6 атм подавали с помощью лабораторной модели ствола ГПС-600 в стеклянные сосуды. После оседания пены измеряли объем оставшегося раствора.

В результате эксперимента установлено, что кратность пены, полученной из раствора СФ-2У, составляет 7, а полученной из раствора ПО-3 – 6,7. Таким образом, расход вещества для получения одного и того же объема пены отличается незначительно, что позволяет использовать СФ-2У в качестве пенообразователя для целей пожаротушения.

Установлено⁵, что надмолекулярная структура воды (упорядочение молекул воды в пространстве) изменяется под действием электрического и магнитного поля, а также других физических факторов, например, вибрации или ультразвуковых волн [19–25]. Таким образом, характер надмолекулярной структуры воды можно контролировать, применяя электрическое и магнитное поле, ультразвуковые волны и механические колебания. В результате целенаправленных модификаций надмолекулярной структуры воды отмечается изменение ее свойств, в том числе биологической и химической активности, эти качественные изменения сохраняются во времени.

Установлено, что обработка раствора поверхностно-активных веществ (ПАВ) переменным электрическим полем частотой 3f₀ (150 Гц) вызывает появление точки экстремума, что является свидетельством изменения надмолекулярной структуры воды [19]. Следовательно, обработка растворов ПАВ переменным электрическим полем позволяет

³ Бухтояров В.И. Учебник сержанта химических войск. М.: Воениздат, 1988. 264 с.

⁴ ГОСТ 18320–78. Опилки древесные технологические для гидролиза. Технические условия. Доступ из информ.-правового портала «Гарант»

⁵ ГОСТ Р 50588–2012. Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».

регулировать присущие им величины критических концентраций мицеллообразования (ККМ), что непосредственно влияет на стабильность их химических пен и огнетушащее действие. Показано, что предварительная электрофизическая обработка воды (ЭФО), используемой в дальнейшем для получения пены, увеличивает объем пены на 10–12 %.

Для усиления свойств пенообразования СФ-2У авторами предложено подвергнуть водный раствор ЭФО. Это позволит существенно снизить материальные затраты на тушение пожаров в связи с отсутствием необходимости использовать большую концентрацию действующего вещества для пенообразования.

Авторами проведен эксперимент в соответствии с ГОСТ Р 50588–2012 «Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний». Растворы СФ-2У (0,3 %_{масс}), ПО-3 (6 %_{масс}) и «ПО-РЗМ (Морпена)» 6 %_{масс} (ТУ 20.41.20-014-78148123-2017) в дистиллированной воде (ГОСТ Р 58144–2018 «Вода дистиллированная. Технические условия»), а также в морской воде (РД 52.10.243–92 «Руководство по химическому анализу морских вод») и в воде из Финского залива в количестве 50 мл помещали в стеклянные сосуды объемом 500 мл. После чего сосуды подвергали вибрации в течение 30 с, при этом амплитуда колебаний составляла 300 мм, частота 3 Гц. Сразу после вибрационного воздействия определяли кратность полученной пены. Затем эксперимент повторяли в том же порядке, предварительно подвергая воду ЭФО.

Результаты и обсуждение

Результаты тушения экспериментальных очагов пожара представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты тушения ЭОП-А, ЭОП-В

№ п/п	Состав	Результаты тушения ЭОП-А		Результаты тушения ЭОП-В	
		Количество подач	Успешно потушено	Количество подач	Успешно потушено
1	Вода	4	2	4	0
2	Раствор сульфонола	4	4	4	3
3	Раствор ПО-3	4	4	4	4

Результаты экспериментов, представленные в табл. 2, свидетельствуют о том, что водный раствор порошка СФ-2У обладает выраженным огнетушащим эффектом, что можно объяснить содержанием в составе СФ-2У триполифосфата натрия, являющегося мощным смачивателем, а также ПАВ – сульфонола, образующего изолирующую пленку на поверхности очага пожара.

Результаты исследования проникающей способности растворов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты исследования проникающей способности растворов ПО-3 и СФ-2У

Раствор	Глубина проникновения (среднее значение по четырем независимым экспериментам), мм
ПО-3 (6 %)	20
СФ-2У (0,3 %)	23

Установлено, что водный раствор ПО-3 проникает в массив утрамбованных опилок в среднем на глубину 20 мм, а водный раствор СФ-2У – на глубину 23 мм. Это подтверждает возможность успешного применения водного раствора СФ-2У для тушения волокнистых материалов, таких как торф, древесина или текстиль.

На гистограмме (рис. 4) представлены средние арифметические значения четырех параллельных определений пенообразующей способности растворов пенообразователей.

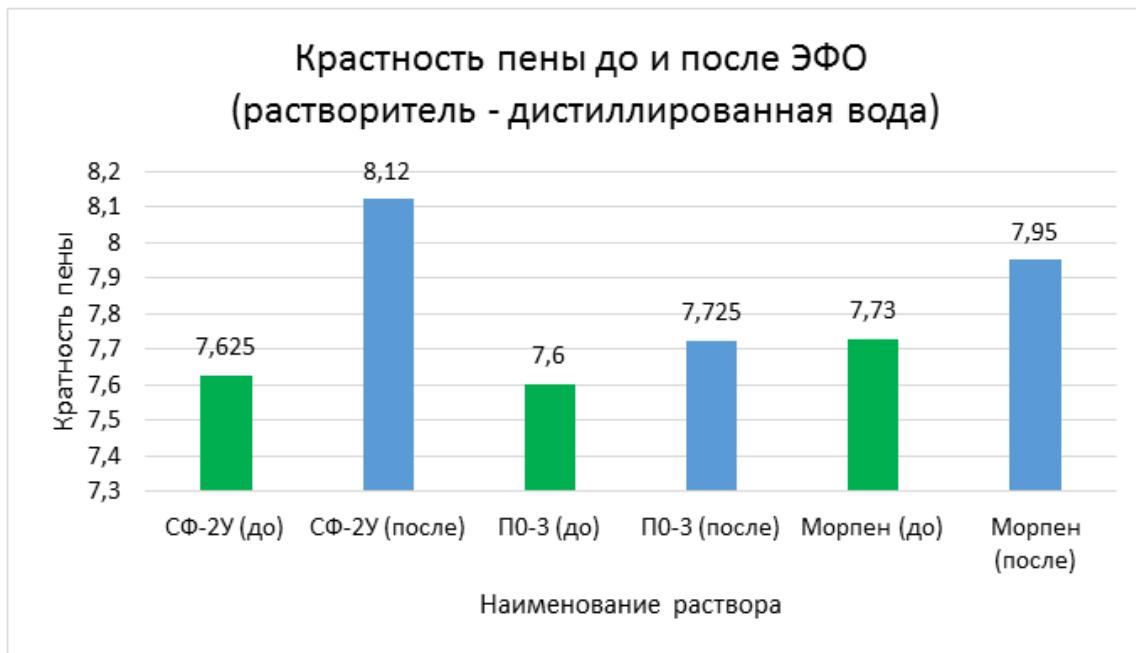


Рис. 4. Кратность пены до и после ЭФО (растворитель – дистиллированная вода)

В аналогичном порядке эксперимент проведен с использованием в качестве растворителя морской воды (РД 52.10.243–92 «Руководство по химическому анализу морских вод») и образца воды, набранной из Финского залива. Результаты представлены на рис. 5, 6.

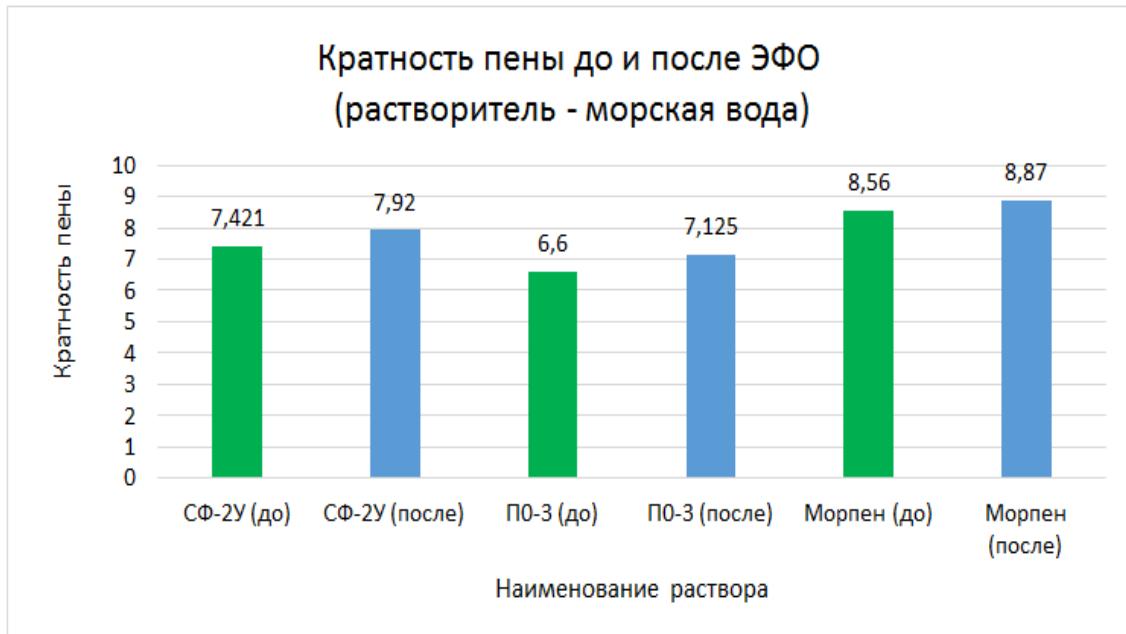


Рис. 5. Кратность пены до и после ЭФО (растворитель – морская вода)

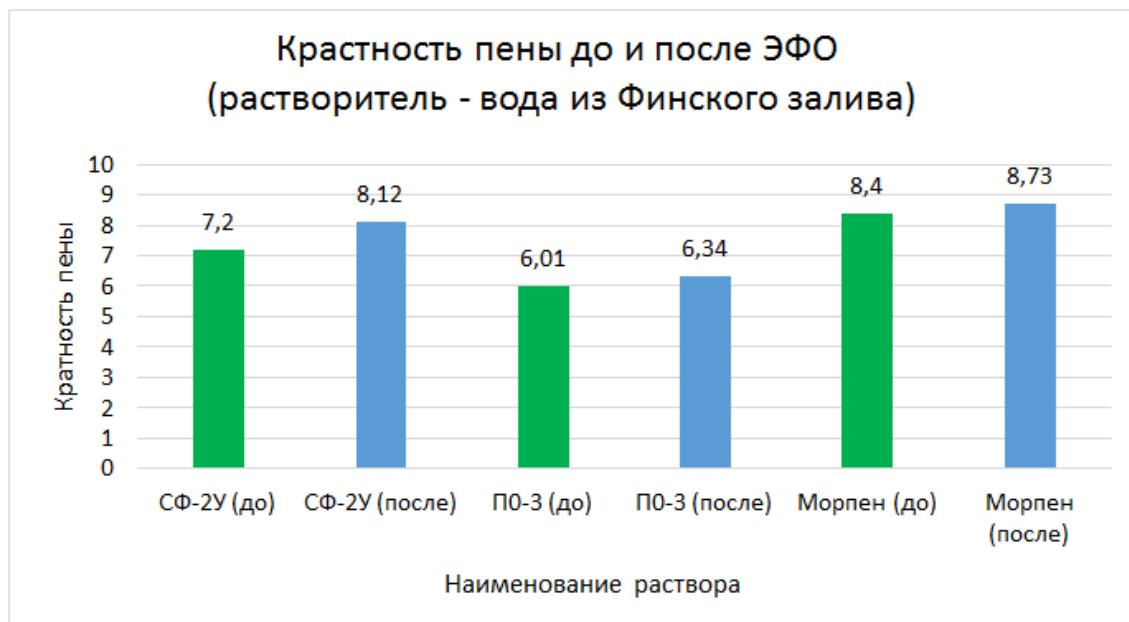


Рис. 6. Кратность пены до и после ЭФО (растворитель – вода из Финского залива)

Из графиков видно, что водные растворы СФ-2У и ПО-3 обладают большой пенообразующей способностью в пресной воде, ПО-РЗМ демонстрирует хорошие пенообразующие свойства в морской воде. Количество пены, полученной из растворов СФ-2У и ПО-3 на образцах воды из Финского залива, оказалось меньшим в сравнении с растворами на пресной воде. Для пенообразователя ПО-РЗМ такой зависимости не обнаружено.

Причиной снижения кратности пены, полученной на основе воды Финского залива, может быть наличие примесей неустановленного состава и микроорганизмов в образцах воды.

Предварительная ЭФО воды с раствором ПАВ позволяет повысить кратность получаемой пены для всех испытанных видов растворителя. Применение данного метода может снизить количество затрачиваемых ресурсов для тушения пожаров.

Заключение

Таким образом, экспериментально подтверждено, что тушение модельных очагов пожаров класса А и В может быть достигнуто с помощью дезактивирующего средства СФ-2У, водный раствор которого по проникающей способности и кратности пены превосходит штатный пенообразователь ПО-3. Увеличение количества и стойкости пены может быть достигнуто предварительной ЭФО растворителя (воды).

Целесообразно исследование возможности усовершенствования водного раствора СФ-2У путем реагентного модифицирования (добавления углеродных нанокомпонентов) [26-29].

Для выявления наиболее эффективных режимов ЭФО воды необходимо дальнейшее изучение влияния электрических полей на ее физико-химические свойства.

Список источников

1. Гражданская оборона / под общ. ред. В.А. Пучкова. М., 2014. 499 с.
2. Гражданская оборона. 2-е изд., перераб. М.: АГЗ МЧС России, 2018. 400 с.
3. Шароварников А.Ф. Противопожарные пены. Состав, свойства, применение. М.: Изд. дом «Калан», 2000. 464 с. EDN UECFFX.
4. Определение кратности пленкообразующей пены для подслойного тушения пожаров горючих жидкостей / А.Н. Фещенко [и др.] // Пожаровзрывобезопасность. 2017. № 9. С. 65–73.

5. Лебедева Н.Ш., Таратанов Н.А. Экологически безопасные добавки к огнетушащим средствам, повышающие устойчивость пены // Современные проблемы гражданской защиты. 2019. № 4 (33). С. 61–73.
6. Перспективы научных исследований свойств воздушно-механической пены для локализации и ликвидации горения разливов сжиженного природного газа / М.В. Алешков [и др.] // Пожары и ЧС. 2022. № 1. С. 67–82.
7. Biodegradation mechanism of perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) in domestic sewage: Specific methanogenic activity, molecular biology, and ecotoxicological aspects / R.X. De S Furtado [et al.] // Journal of Water Process Engineering. 2023. Vol. 51. P. 103453. DOI: 10.1016/j.jwpe.2022.103453. EDN GNQULZ.
8. Limparyoon N., Seetapan N., Kiatkamjornwong S. Acrylamide/2-acrylamido-2-methylpropane sulfonic acid and associated sodium salt superabsorbent copolymer nanocomposites with mica as fire retardants // Polymer Degradation and Stability. 2011. Vol. 96. Iss. 6. P. 1054–1063.
9. Synthesis and characteristics of fire extinguishing gel with high water absorption for coal mines / Li S. [et al.] // Process Safety and Environmental Protection. 2019. Vol. 125. P. 207–218.
10. González-Prieto S.J. Firefighting Chemicals / B.J. Meacham, M. McNamee (eds) // Handbook of Fire and the Environment. The Society of Fire Protection Engineers Series. Springer, 2022. С. 273–288.
11. Novel fluorinated surfactants tentatively identified in firefighters using liquid chromatography quadrupole time-of-flight tandem mass spectrometry and a case-control approach / A. Rotander [et al.] // Environ Sci Technol. 2015. Т. 49. № 4. С. 2434–2442.
12. Мещеряков И.В., Алексеик Е.Б., Савельев Д.В. Теоретическая оценка огнетушащего потенциала типовых дегазирующих растворов (сообщение № 1) // Пожарная безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения: материалы Междунар. науч.-практ. конф. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2023. С. 287–290. EDN VBUHPU.
13. Мещеряков И.В., Алексеик Е.Б. Практическая оценка огнетушащего потенциала типовых дезактивирующих, дегазирующих и дезактивирующих растворов на примере экспериментального очага пожара класса Б // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сб. материалов XI Всерос. науч.-практ. конф. Иваново: Ивановская пож.-спас. акад. ГПС МЧС России, 2024. С. 232–234. EDN GAHFWE.
14. Мещеряков И.В., Алексеик Е.Б. Практическая оценка огнетушащего потенциала типовых дезинфицирующих, дегазирующих и дезактивирующих растворов на примере экспериментального очага пожара класса А // Естественные науки и пожаробезопасность: проблемы и перспективы исследований: сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Иваново: Ивановская пож.-спас. акад. ГПС МЧС России, 2024. С. 196–198. EDN IMIJZC.
15. Gani A., Naruse J. Effect of cellulose and lignin content on pyrolysis and combustion characteristics for several types of biomass // Renewable energy. 2007. Vol. 32. № 4. P. 694–661. DOI: 10.1016/j.renene.2006.02.017.
16. Li L., Hu H., Hu H. Effect of ammonium polyphosphate modified with 3-(methylacryloyl) propyltrimethoxy silane on the flammability and thermal degradation of pine-needles // Polymers and Polymer Composites. 2014. Vol. 22. № 9. P. 837–842.
17. Decontamination of sulfur mustard on manganese oxide nanostructures / G. Prasad [et al.] // AIChE Journal. 2007. № 53. P. 1562–1567.
18. Fire-extinguishing efficiency of superfine powders under different injection pressures / Z. Guomin [et al.] // International Journal of Chemical Engineering. 2019. № 4. P. 1–7. DOI: 10.1155/2019/2474370.

19. Huang X., Liu L., Zhou X. Experimental study on fire-extinguishing performance of ammonium phosphate subnanometer powder // *Fire Science*. 2011. Vol. 20. № 4. P. 200–205. URL: http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTotal-HZKX201104005.htm (дата обращения: 09.03.2025).
20. Алексеик Е.Б., Савенкова А.Е., Гемиш З. Влияние переменных электрических полей на процессы создания и стабилизации воздушно-механических пен // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2013. № 4. С. 44–48.
21. Волик А.С., Квашнин А.В., Ивахнюк Г.К. Влияние электрического поля на огнетушащие свойства воздушно-механической пены // Проблемы управления рисками в техносфере. 2020. № 3 (55). С. 103–107. EDN BZSSAC.
22. Классен В.И. Омагничивание водных систем. 2-е изд. М.: Химия, 1982. 296 с.
23. Николаев А.Ф. Современный взгляд на структуру воды // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). 2007. № 1 (27). С. 110–115.
24. Gurchumelia L., Bezarashvili G., Tsanava R. Thermal inhibition of flame propagation // *Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences*. 2019. Vol. 13. № 3. P. 50–53.
25. Ye Yu., Zhiming D., Zhivue H. A novel hot aerosol extinguishing agent with high efficiency for Class B fires // *Fire and Materials*. 2019. Vol. 43. P. 84–91. DOI: 10.1002/fam.2671.
26. Dexu D., Xuhai P., Min H. Experimental study on fire extinguishing properties of compound superfine powder // *Procedia Engineering*. 2018. Vol. 211. P. 142–148. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.12.126.
27. Alongi J., Han Z., Bourbigot S. Intumescence: Tradition versus novelty. A comprehensive review // *Progress in Polymer Science*. 2015. № 51. P. 28–73.
28. Голик Г.А., Голик А.С., Халтуринский Н.А. Физические аспекты горения полимеров и механизмы действия ингибиторов // Вестник Кокшетауского технического института Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан. С. 18–27.
29. Иванов А.В., Ивахнюк Г.К., Медведева Л.В. Методы управления свойствами углеводородных жидкостей в задачах обеспечения пожарной безопасности // Пожаровзрывобезопасность. 2016. № 9. С. 30–37.

References

1. Grazhdanskaya oborona / pod obshch. red. V.A. Puchkova. M., 2014. 499 s.
2. Grazhdanskaya oborona. 2-е изд., перераб. М.: AGZ MCHS Rossii, 2018. 400 s.
3. Sharovarnikov A.F. Protivopozharnye peny. Sostav, svojstva, primenie. M.: Izd. dom «Kalan», 2000. 464 s. EDN UECFFX.
4. Opredelenie kratnosti plenkoobrazuyushchej peny dlya podslojnogo tusheniya pozharov goryuchih zhidkostej / A.N. Feshchenko [i dr.] // Pozharovzryvobezopasnost'. 2017. № 9. S. 65–73.
5. Lebedeva N.Sh., Taratanov N.A. Ekologicheski bezopasnye dobavki k ognetushashchim sredstvam, povyshayushchie ustojchivost' peny // Sovremennye problemy grazhdanskoy zashchity. 2019. № 4 (33). S. 61–73.
6. Perspektivny nauchnyh issledovanij svojstv vozдушно-mekhanicheskoy peny dlya lokalizacii i likvidacii goreniya razlivov szhizhennogo prirodnogo gaza / M.V. Aleshkov [i dr.] // Pozhary i CHS. 2022. № 1. S. 67–82.
7. Biodegradation mechanism of perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) in domestic sewage: Specific methanogenic activity, molecular biology, and ecotoxicological aspects / R.X. De S Furtado [et al.] // *Journal of Water Process Engineering*. 2023. Vol. 51. P. 103453. DOI: 10.1016/j.jwpe.2022.103453. EDN GNQULZ.
8. Limparyoon N., Seetapan N., Kiatkamjornwong S. Acrylamide/2-acrylamido-2-methylpropane sulfonic acid and associated sodium salt superabsorbent copolymer nanocomposites with mica as fire retardants // *Polymer Degradation and Stability*. 2011. Vol. 96. Iss. 6. P. 1054–1063.

9. Synthesis and characteristics of fire extinguishing gel with high water absorption for coal mines / Li S. [et al.] // Process Safety and Environmental Protection. 2019. Vol. 125. P. 207–218.
10. González-Prieto S.J. Firefighting Chemicals / B.J. Meacham, M. McNamee (eds) // Handbook of Fire and the Environment. The Society of Fire Protection Engineers Series. Springer, 2022. S. 273–288.
11. Novel fluorinated surfactants tentatively identified in firefighters using liquid chromatography quadrupole time-of-flight tandem mass spectrometry and a case-control approach / A. Rotander [et al.] // Environ Sci Technol. 2015. T. 49. № 4. P. 2434–2442.
12. Meshcheryakov I.V., Alekseik E.B., Savel'ev D.V. Teoreticheskaya ocenka ognetushashchego potenciala tipovyh degaziruyushchih rastvorov (soobshchenie № 1) // Pozharnaya bezopasnost': sovremennye vyzovy. Problemy i puti resheniya: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. SPb.: S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2023. S. 287–290. EDN VBUHPU.
13. Meshcheryakov I.V., Alekseik E.B. Prakticheskaya ocenka ognetushashchego potenciala tipovyh dezaktiviruyushchih, degaziruyushchih i dezaktiviruyushchih rastvorov na primere eksperimental'nogo ochaga pozhara klassa B // Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya inzhenernyh sistem obespecheniya pozharnoj bezopasnosti ob"ektov: sb. materialov XI Vseros. nauch.-prakt. konf. Ivanovo: Ivanovskaya pozh.-spas. akad. GPS MCHS Rossii, 2024. S. 232–234. EDN GAHFWE.
14. Meshcheryakov I.V., Alekseik E.B. Prakticheskaya ocenka ognetushashchego potenciala tipovyh dezinficiruyushchih, degaziruyushchih i dezaktiviruyushchih rastvorov na primere eksperimental'nogo ochaga pozhara klassa A // Estestvennye nauki i pozharobezopasnost': problemy i perspektivy issledovanij: sb. materialov Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem. Ivanovo: Ivanovskaya pozh.-spas. akad. GPS MCHS Rossii, 2024. S. 196–198. EDN IMIJZC.
15. Gani A., Naruse J. Effect of cellulose and lignin content on pyrolysis and combustion characteristics for several types of biomass // Renewable energy. 2007. Vol. 32. № 4. P. 694–661. DOI: 10.1016/j.renene.2006.02.017.
16. Li L., Hu H., Hu H. Effect of ammonium polyphosphate modified with 3-(methylacryloxy) propyltrimethoxy silane on the flammability and thermal degradation of pine-needles // Polymers and Polymer Composites. 2014. Vol. 22. № 9. P. 837–842.
17. Decontamination of sulfur mustard on manganese oxide nanostructures / G. Prasad [et al.] // AIChE Journal. 2007. № 53. P. 1562–1567.
18. Fire-extinguishing efficiency of superfine powders under different injection pressures / Z. Guomin [et al.] // International Journal of Chemical Engineering. 2019. № 4. P. 1–7. DOI: 10.1155/2019/2474370.
19. Huang X., Liu L., Zhou X. Experimental study on fire-extinguishing performance of ammonium phosphate subnanometer powder // Fire Science. 2011. Vol. 20. № 4. P. 200–205. URL: http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTotal-HZKX201104005.htm (data obrashcheniya: 09.03.2025).
20. Alekseik E.B., Savenkova A.E., Gemish Z. Vliyanie peremennyyh elektricheskikh polej na processy sozdaniya i stabilizacii vozдушно-mekhanicheskikh pen // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2013. № 4. S. 44–48.
21. Volik A.S., Kvashnin A.V., Ivahnyuk G.K. Vliyanie elektricheskogo polya na ognetushashchie svojstva vozдушно-mekhanicheskoy peny // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. 2020. № 3 (55). S. 103–107. EDN BZSSAC.
22. Klassen V.I. Omagnichivanie vodnyh sistem. 2-e izd. M.: Himiya, 1982. 296 s.
23. Nikolaev A.F. Sovremennyyj vzglyad na strukturu vody // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo instituta (tekhnicheskogo universiteta). 2007. № 1 (27). S. 110–115.

24. Gurchumelia L., Bezarashvili G., Tsanava R. Thermal inhibition of flame propagation // Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences. 2019. Vol. 13. № 3. P. 50–53.
25. Ye Yu., Zhiming D., Zhivue H. A novel hot aerosol extinguishing agent with high efficiency for Class B fires // Fire and Materials. 2019. Vol. 43. P. 84–91. DOI: 10.1002/fam.2671.
26. Dexu D., Xuhai P., Min H. Experimental study on fire extinguishing properties of compound superfine powder // Procedia Engineering. 2018. Vol. 211. P. 142–148. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.12.126.
27. Alongi J., Han Z., Bourbigot S. Intumescence: Tradition versus novelty. A comprehensive review // Progress in Polymer Science. 2015. № 51. P. 28–73.
28. Golik G.A., Golik A.S., Halturinskij N.A. Fizicheskie aspekty gorenija polimerov i mekhanizmy dejstviya ingibitorov // Vestnik Kokshetauskogo tekhnicheskogo instituta Komiteta po chrezvychajnym situaciyam MVD Respubliki Kazahstan. S. 18–27.
29. Ivanov A.V., Ivahnyuk G.K., Medvedeva L.V. Metody upravleniya svojstvami uglevodorodnyh zhidkostej v zadachah obespecheniya pozharnoj bezopasnosti // Pozharovzryvobezopasnost'. 2016. № 9. C. 30–37.

Информация о статье:

Статья поступила в редакцию: 26.09.2024; одобрена после рецензирования: 02.12.2024;
принята к публикации: 20.02.2025

The information about article:

The article was submitted to the editorial office: 26.09.2024; approved after review: 02.12.2024;
accepted for publication: 20.02.2025

Информация об авторах:

Мещеряков Илья Вячеславович, аспирант факультета подготовки кадров высшей квалификации
Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр.,
д. 149), e-mail: ilya.mesch@mail.ru, <http://orcid.org/0009-0000-0014-5232>, SPIN-код: 9167-3223

Алексеик Евгений Борисович, профессор кафедры физико-технических основ обеспечения
пожарной безопасности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-
Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат технических наук, профессор, e-mail: icade@mail.ru,
SPIN-код: 7309-9840

Information about authors:

Meshcheryakov Ilya V., adjunct of the faculty of training highly qualified personnel of Saint-Petersburg
university of the State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave.,
149), e-mail: lyा.mesch@mail.ru, <http://orcid.org/0009-0000-0014-5232>, SPIN: 9167-3223

Alekseik Evgeny B., professor of the department of physico-technical fundamentals of fire safety of Saint-
Petersburg university of the State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg,
Moskovsky ave., 149), candidate of technical sciences, professor, e-mail: icade@mail.ru, SPIN: 7309-9840