

ПОЖАРОВЗРЫВБЕЗОПАСНОСТЬ/FIRE AND EXPLOSION SAFETY. 2026. Т. 35. № 1. С. 63–72

POZHAROVZRYVOBEZOPASNOST/FIRE AND EXPLOSION SAFETY. 2026; 35(1):63-72

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ/RESEARCH PAPER

УДК 614.841.41

<https://doi.org/10.22227/0869-7493.2026.35.01.63-72>

Пожарная опасность игровых изделий в детских зонах общественных зданий

Наталья Ивановна Константинова¹, Сергей Георгиевич Цариченко²,
Андрей Владимирович Зубань¹✉

¹ Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Московская обл., г. Балашиха, Россия

² Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Присутствие в детских зонах общественных зданий значительного количества пожароопасных полимерных игровых изделий и конструкций обуславливает возможность их легкого воспламенения и распространения пожара. Нормативные требования, регламентирующие пожарную безопасность игровых изделий в общественных зданиях, в настоящее время не сформулированы, что затрудняет оценку соответствия уровня их пожарной опасности и выбор эффективных способов ее снижения.

Цели и задачи. Исследование возможности снижения пожарной опасности детских игровых зон для решения задачи обеспечения их пожарной безопасности путем использования модифицированных огнезащитных полимерных материалов или выбора способов и средств пожаротушения.

Аналитическая часть. Проведен анализ существующих требований нормативной и методологической базы по пожарной безопасности игровых изделий детских игровых зон в общественных зданиях, получены результаты сравнительной экспериментальной оценки свойств пожарной нагрузки различных материалов игровых изделий. Изучено влияние применения огнезащитных средств на показатели пожарной опасности полимерных материалов игровых изделий.

Введение антипиренов снижает воспламеняемость полимерных материалов, однако действующие санитарно-гигиенические требования, предъявляемые к детским игровым изделиям, ограничивают их применение. Кроме того, присутствие огнезамедлительных систем в полимерных материалах изделий для детских игр не снижает их дымообразующую способность и количество токсичных газообразных продуктов горения, следовательно, обеспечение требуемого уровня безопасности людей в детских зонах общественных зданий путем модификации используемых материалов не может быть достигнуто.

Рассмотрена целесообразность применения для детских зон общественных зданий активных способов обеспечения пожарной безопасности с помощью автоматических установок пожаротушения с тонкораспыленной водой.

Выводы. Для снижения пожарной опасности в детских зонах общественных зданий целесообразно получение объективной информации по параметрам горючей пожарной нагрузки игровых изделий для расчета динамики развития опасных факторов пожара и оценки времени безопасной эвакуации людей, а также выбора средств и способов пожаротушения.

Ключевые слова: воспламеняемость; пожарная нагрузка; средства пожаротушения

Для цитирования: Константинова Н.И., Цариченко С.Г., Зубань А.В. Пожарная опасность игровых изделий в детских зонах общественных зданий // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2026. Т. 35. № 1. С. 63–72 DOI: 10.22227/0869-7493.2026.35.01.63-72

✉ Зубань Андрей Владимирович, e-mail: avzuban@mail.ru

Fire hazard of play equipment in children's areas of public buildings

Nataliya I. Konstantinova¹, Sergey G. Tsarichenko², Andrej V. Zuban¹✉

¹ All-Russian Research Institute for Fire Protection of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Balashikha, Moscow region, Russian Federation

² Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. The presence of a significant number of fire hazardous polymer play equipment and structures in children's zones of public buildings determines the possibility for them to easily ignite and spread a fire. Reg-

ulatory requirements governing the fire safety of play equipment in public buildings are currently not formulated, which makes it difficult to assess their fire hazard level and choose effective ways to reduce it.

Aims and purposes. Investigation of the possibility of reducing the fire danger of children's play zones to solve the problem of ensuring their fire safety by using modified fire-proof polymer materials or choosing fire extinguishing methods and means.

Analytical part. An analysis of the existing requirements of the regulatory and methodological framework for fire safety of play equipment of children's play areas in public buildings was carried out, the results of a comparative experimental assessment of the properties of the fire load of various materials of game products were obtained. The influence of the use of flame retardants on the fire hazard indicators of polymer materials of play equipment was studied.

The introduction of flame retardants reduces the flammability of polymer materials, however, the current sanitary and hygienic requirements for children's play equipment limit their use. In addition, the presence of fire-retardant systems in polymer materials of products for children's games does not reduce their smoke-forming ability and the amount of toxic gaseous combustion products, therefore, ensuring the required level of safety of people in children's play and sports areas of public buildings by modifying the materials used cannot be achieved.

The feasibility of using active fire safety methods for in children's areas of public buildings using automatic fire extinguishing systems with finely dispersed water was considered.

Conclusions. To reduce fire hazard in children's areas of public buildings, it is advisable to obtain objective information on the parameters of the combustible fire load of play equipment to calculate the dynamics of the development of fire hazards and assess the time of safe evacuation of people, as well as the choice of fire extinguishing means and methods.

Keywords: flammability; fire load; fire extinguishing means

For citation: Konstantinova N.I., Tsarichenko S.G., Zuban' A.V. Fire hazard of play equipment in children's areas of public buildings. *Pozharovzryvobezopasnost/Fire and Explosion Safety*. 2026; 35(1):63-72. DOI: 10.22227/0869-7493.2026.35.01.63-72 (rus).

✉ Andrej Vladimirovich Zuban', e-mail: avzuban@mail.ru

Введение

Изделия игрового и спортивного назначения для детей в настоящее время получили достаточно широкое применение во всех современных детских садах, школах, образовательных центрах, парках развлечений и прочем. Среди них различают как мягкие детские модули, так и изделия из жестких полимерных материалов, используемые для физических упражнений (фигуры разнообразной формы: ступени, цилиндры, арки, прямоугольники, трапеции, кубы, многоугольники и т.п.), в качестве развивающих игр (например, гигантские мягкие шашки, шахматы и др.), для игровых комплексов и аттракционов (прыжковые ямы, батуты, горки), для конструирования (большой мягкий конструктор), для реабилитации и занятий ЛФК.

Следует отметить, что на площадках детских развлечений, особенно в торговых центрах и многофункциональных комплексах, как правило, присутствуют разнообразные масштабные ландшафтные зоны и тематические комплексы значительной площади с многообразными игровыми элементами, изготовленными из горючих легковоспламеняющихся полимерных материалов (полиэфира, полиэтилена, пенополиуретана, полипропилена и др.), например детские игровые лабиринты, надувные батуты, различные мягкие модули и прочее.

В последнее время стало актуальным и востребованным для создания развлекательного или рекламного сюжета детских развлечений использование в игровых зонах анимационных героев в разнообразных костюмах. Анимационные костюмы и ростовые

куклы могут быть различных моделей и размеров и иногда представляют собой сложные конструкции из множества деталей из горючих материалов (как правило, ткани из полиэфирных волокон, искусственного меха, вспененного пенополиуретана). Например, высота каркасных костюмов может достигать 2,5 м, а вес составлять от 5 до 10 кг.

Таким образом, в спортивных и игровых детских комплексах в общественных местах присутствуют различные по размерам игровые изделия и конструкции из различных видов горючих полимерных материалов, занимающие значительную часть пространства помещения, что в случае их воспламенения может представлять опасность возникновения и распространения пожара с негативными последствиями для людей.

В частности, из крупных пожаров, произошедших в последнее время, следует отметить пожар в игровой детской зоне торгово-развлекательного комплекса «Зимняя вишня» в городе Кемерово в марте 2018 г. на площади 1600 кв. м с последующим обрушением кровли и перекрытий между этажами. Из-за возгорания пластмассовой люстры над аттракционом «сухой бассейн» с мягконабивными кубиками из поролона падающие горящие фрагменты воспламенили материалы наполнения бассейна и пожар получил быстрое распространение по помещению¹.

Требования, регламентирующие пожарную безопасность игровых изделий в школах, детских садах, развлекательных и образовательных центрах, а также

¹ URL: <https://ria.ru/20190325/1552026366.html>

в игровых парках различных комплексов, в настоящее время не сформулированы, несмотря на то что практически все материалы для изготовления игровых конструкций легковоспламеняемые, быстро распространяющие пламя по поверхности, имеющие высокую дымообразующую способность и относящиеся к высокоопасным по токсичности продуктам горения.

Целью настоящих исследований являлось проведение анализа существующих требований нормативной и методологической базы по пожарной безопасности детских игровых изделий, получение результатов экспериментальной оценки свойств пожарной нагрузки различных материалов игровых изделий для решения задачи оценки возможности обеспечения пожарной безопасности детских игровых комнат с учетом свойств используемых материалов и разработка предложений по эффективной их защите.

Указанное обстоятельство обуславливает необходимость разработки нормативных требований обеспечения пожарной безопасности и критериев оценки детских игровых изделий, определения экспериментальных данных по параметрам их горючести пожарной нагрузки для возможности получения объективной информации при расчете динамики развития опасных факторов пожара и выбора средств и способов пожаротушения на объектах, а также оценки времени безопасной эвакуации людей.

Аналитическая часть

В качестве внутреннего наполнителя мягких игровых модулей наиболее часто используется эластичный пенополиуретан (ЭППУ) за счет своей мягкости, упругости и способности восстанавливать форму, кроме того, предотвращающий всевозможные физические травмы детей.

Обивочные материалы для мягких модулей разнообразны. К ним в основном относятся искусственная кожа (слой пластифицированного поливинилхлорида, нанесенный на тканевую основу) — достаточно прочный износостойкий материал, устойчивый к воздействию влаги и загрязнениям, экокожа (пленка из полиуретана, нанесенная на тканевую основу или замшу) и синтетические ткани (в большинстве своем из полиэфирных волокон) с водоотталкивающей пропиткой.

Игровые изделия (горки, лабиринты, скалодромы и др.), изготовленные из полимерных материалов (полиэтилена, полипропилена, поливинилхлорида), биологически инертны и безопасны. Указанные материалы не выделяют токсичных веществ при нормальных условиях эксплуатации, не вызывают аллергии, не впитывают запахи, не окрашиваются от взаимо-

действия с другими веществами и могут подвергаться стерилизации паром без какого-либо изменения их формы или механических свойств, поэтому достаточно широко применяются в производстве детских товаров.

Изучению пожароопасных свойств эластичного пенополиуретана посвящен ряд работ [1–3], в которых авторами показано, что, помимо возможности легкого воспламенения при разложении и горении, полиуретаны выделяют угарный газ, цианистый водород и другие токсичные вещества, представляющие опасность для жизни и здоровья человека. Для снижения горючести и воспламеняемости полимерных материалов применяются различные замедлители горения — галогенсодержащие и фосфорсодержащие антипирены, но их использование в большинстве случаев сопровождается высокой токсичностью продуктов горения и пиролиза, обильным дымовыделением и существенным уменьшением эксплуатационных свойств материалов [4, 5]. В продуктах сгорания и пиролиза пенополиуретанов, содержащих в составе фосфорсодержащие антипирены, были обнаружены фосфорсодержащие вещества, которые более токсичны, чем цианистый водород и оксид углерода. При пиролизе хлорсодержащих пенополиуретанов выделяется хлористый водород, хлор и хлорированные углеводороды [6].

Экспериментальные исследования, проведенные авторами работы [7], также показали, что при горении мягких детских игрушек, содержащих в своем составе эластичный пенополиуретан, выделяются в опасных для жизни и здоровья человека концентрациях такие высокотоксичные газы, как монооксид углерода, циановодород и фосген.

В рамках настоящих исследований проводилась сравнительная экспериментальная оценка основных параметров пожарной опасности ряда материалов, используемых как для изготовления мягких модулей: в качестве наполнителей — вспененного полиуретана, в качестве обивочного материала — полиэфирной ткани, так и для изготовления пластмассовых игровых изделий — из полиэтилена и полипропилена. Кроме того, было изучено влияние применения огнезащитных средств на воспламеняемость, дымообразующую способность, токсичность продуктов горения и величину теплоты сгорания материалов, информация о которых необходима для разработки защитных мероприятий, обеспечивающих требуемый уровень пожарного риска. Также был проведен анализ соответствия существующих требований нормативной и методологической базы по пожарной безопасности детских игровых изделий с учетом оценки реальной опасности используемых материалов.

В настоящее время действует ТР ЕАЭС 042/2017², согласно требованиям которого материалы, применяемые при производстве оборудования и (или) покрытия, не должны относиться к легковоспламеняющимся и чрезвычайно опасным по токсичности продуктам горения.

Воспламеняемость, согласно ТР ЕАЭС 042/2017², устанавливают в соответствии с требованиями стандарта СТБ ЕН 1176-1–2006³ по методам ГОСТ ЕН 1021-1⁴ и ГОСТ ЕН 1021-2⁵, основными критериями оценки которых являются отсутствие поверхностного возгорания и падения горящих фрагментов.

Также существуют требования к временно устанавливаемым (перевозимым) и стационарным аттракционам, изложенные в ТР ЕАЭС 038/2016⁶, для проектирования, сборки и безопасной их эксплуатации, включающие общие требования обеспечения пожарной безопасности, согласно законодательству государств-членов.

ТР ТС 008/2011⁷ устанавливает требования к игрушкам в целях защиты жизни и здоровья детей. В документе игрушки группируются по функциональному назначению и требованиям безопасности по конструкции и свойствам (показателям) материалов (органолептическим, физическим, механическим, химическим, токсиколого-гигиеническим, микробиологическим и воспламеняемости).

Требования пункта 3.3 статьи 4 ТР ТС 008/2011⁷ по воспламеняемости предусматривают проведение испытаний согласно методу ГОСТ 35294.2–2025 (ISO 8124-2:2023)⁸, который планируется к включению в Перечень международных и региональных (межгосударственных) стандартов, а в случае их отсутствия — национальных (государственных) стандартов, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований ТР ТС 008/2011⁷. При проведении испытаний в соответствии с ГОСТ 35294.2–2025 (ISO 8124-2:2023)⁸ скорость распространения пла-

мени по поверхности игрушки не должна превышать 30 мм/с или должно произойти самозатухание пламени.

По процедуре испытаний на вертикально расположенную в держателе игрушку и в зависимости от ее вида воздействуют пламенем стандартной горелки высотой (20 ± 2) мм в течение $(2,0–5,0 \pm 0,5)$ с. После удаления пламени горелки фиксируют время, в течение которого воспламенение распространилось по поверхности образца игрушки до его верхней точки. Если произошло воспламенение, а пламя не достигло верхней точки образца игрушки, то испытуемую игрушку считают самозатухающей.

Следует отметить, что в настоящее время данный методологический подход рассматривается в проекте межгосударственного стандарта «Модули игровые мягкие (мягконабивные). Общие требования безопасности» для ограничения использования наиболее опасных с точки зрения возможности воспламенения от малокалорийных источников зажигания материалов детских мягких игровых изделий и конструкций.

Действующий в настоящее время ГОСТ Р 55871–2013⁹ касается безопасности конструкции и методов испытания оборудования, устанавливаемого в помещениях. Требования пожарной безопасности материалов оборудования детских площадок, согласно п. 6.2 ГОСТ Р 55871–2013⁹, выполняются на основании результатов испытаний по ГОСТ Р 53294¹⁰, ГОСТ 30244¹¹ и ГОСТ 30402¹².

Требования к детским игровым зонам регулируются комплексом нормативных документов, каждый из которых устанавливает определенные аспекты безопасности и санитарных норм.

Санитарные правила СП 2.4.3648–20¹³ являются основным документом, определяющим санитарно-эпидемиологические требования. Этот документ действует до 1 января 2027 г. и содержит исчерпывающие нормы по площадям помещений, оборудованию, санитарному содержанию и организации деятельности.

Требования по безопасности игрового оборудования устанавливает серия стандартов: ГОСТ 35115–

² ТР ЕАЭС 042/2017. Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности оборудования для детских игровых площадок».

³ СТБ ЕН 1176-1–2006. Оборудование детских игровых площадок. Часть 1. Общие требования безопасности и методы испытаний.

⁴ ГОСТ ЕН 1021-1–2016. Мебель. Оценка воспламеняемости мягкой мебели. Часть 1. Источник возгорания — тлеющая сигарета.

⁵ ГОСТ ЕН 1021-2–2016. Мебель. Оценка воспламеняемости мягкой мебели. Часть 2. Источник возгорания — пламя горелки.

⁶ ТР ЕАЭС 038/2016. Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности аттракционов».

⁷ ТР ТС 008/2011. О безопасности игрушек.

⁸ ГОСТ 35294.2–2025 (ISO 8124-2:2023). Безопасность игрушек. Часть 2. Воспламеняемость.

⁹ ГОСТ Р 55871–2013. Оборудование и покрытия детских игровых площадок.

¹⁰ ГОСТ Р 53294–2009. Материалы текстильные. Постельные принадлежности. Мягкие элементы мебели. Шторы. Занавеси. Методы испытаний на воспламеняемость.

¹¹ ГОСТ 30244–94. Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть.

¹² ГОСТ 30402–96. Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость.

¹³ СП 2.4.3648–20. Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи.

2024¹⁴, ГОСТ 34614.1–2019¹⁵, ГОСТ 34614.2–2024¹⁶, ГОСТ 34614.3¹⁷, ГОСТ 34995–2023¹⁸.

С точки зрения обеспечения пожарной безопасности в соответствии с п. 5.42 СП 118.13330.2012¹⁹ детские игровые зоны следует размещать не выше второго этажа и не далее 20 м от эвакуационного выхода.

Вопросы обеспечения пожарной безопасности детских игровых зон в торгово-развлекательных центрах рассматриваются специалистами в основном с точки зрения необходимости проведения независимой оценки пожарного риска возникновения очага горения и его дальнейшего развития без учета компенсирующих мероприятий, таких как активные средства пожаротушения [8].

Таким образом, анализ основных действующих на территории Российской Федерации норм и правил установил, что в отношении детских игровых изделий требования пожарной безопасности не установлены, понятие «игровое изделие (модуль)» не подпадает под действие понятий, введенных технических регламентов на территории России, что затрудняет осуществление оценки (подтверждения) соответствия уровню их пожарной опасности. Очевидно, что для обеспечения пожарной безопасности детских игровых зон в торгово-развлекательных центрах возможно рассмотрение двух подходов к решению данной проблемы: снижение параметров пожарной опасности до требуемого уровня пожарного риска с учетом всех опасных факторов пожара, реализуемых при использовании рассматриваемых материалов, и использование активных средств пожаротушения, функциональные возможности которых должны обеспечивать ликвидацию очага горения до момента формирования предельных условий возникновения опасных факторов пожара.

Возможность целенаправленного регулирования химического состава, молекулярного строения и надмолекулярной структуры полимеров дает возможность получать материалы с заранее заданными

свойствами в том числе, обладать пониженной горючестью. Однако композиции пониженной горючести, например, на основе полипропилена или полиэтилена и галогенсодержащих антипиренов являются экологически менее безопасными [9, 10].

При использовании для снижения горючести полиолефинов эфиров фосфорной, фосфиновой и фосфористой кислот — в значительной степени снижаются их прочностные показатели [11, 12].

Введение более безопасных инертных неорганических антипиренов: оксидов металлов, фторидов лития и кальция, технического углерода, гидроксидов, гидрокарбонатов металлов, карбонатов для достижения достаточного уровня пожаробезопасности материалов приводит к необходимости увеличения их объема в составе полимера, что ухудшает физико-механические свойства и создает технологические трудности [6, 13, 14].

Несмотря на то, что с помощью традиционных методов введения антипиренов были достигнуты некоторые положительные результаты по снижению воспламеняемости полимеров, их применение сталкивается с большими трудностями в связи с существующими достаточно высокими санитарно-гигиеническими требованиями, требованиями по эффективности действия с одновременным снижением выделения тепла, дыма и токсичных газов и, что более важно, отсутствием ухудшения свойств полимеров [15, 16].

Так, в работах авторов [17–19] приведены результаты анализа научной литературы по изучению сравнительного влияния различных антипиренов на окружающую среду и здоровье человека, рассмотрены механизмы их действий и выделены неблагоприятные последствия применения некоторых замедлителей горения.

Проведенные авторами экспериментальные исследования по влиянию огнезащитных составов в композиции исследуемых полимерных материалов на показатели пожарной опасности подтвердили вышеуказанные положения.

В таблице представлены обобщенные экспериментальные данные, полученные согласно стандартным методам испытаний по оценке свойств пожарной опасности ряда полимерных материалов, входящих в состав игровых изделий для детей: коэффициент дымообразования ($D_{ср}$), количественный выход основных токсичных газов — монооксида углерода (CO) и диоксида углерода (CO₂), значения кислородного индекса (КИ) и низшей теплоты сгорания ($Q_{н}$).

Как следует из полученных результатов исследований, введение в состав полимерной матрицы огнезамедлительных систем несколько снижает воспламеняемость полимеров (в данном случае подтверждается увеличением значения кислородного индекса), но вме-

¹⁴ ГОСТ 35115–2024. Оборудование и покрытия игровых площадок. Дополнительные требования безопасности и методы испытаний многоуровневых лабиринтов.

¹⁵ ГОСТ 34614.1–2019. Оборудование и покрытия игровых площадок. Часть 1. Общие требования безопасности и методы испытаний.

¹⁶ ГОСТ 34614.2–2024. Оборудование и покрытия игровых площадок. Часть 2. Дополнительные требования безопасности и методы испытаний качелей.

¹⁷ ГОСТ 34614.3. Оборудование и покрытия игровых площадок. Часть 3. Дополнительные требования безопасности и методы испытаний горок.

¹⁸ ГОСТ 34995–2023. Оборудование и покрытия игровых площадок. Дополнительные требования безопасности и методы испытаний оборудования универсальных игровых площадок.

¹⁹ СП 118.13330.2012. Общественные здания и сооружения.

Обобщенные* экспериментальные данные параметров пожарной опасности материалов, используемых для изготовления элементов и конструкций изделий детских игровых зон

Generalized* experimental data of fire hazard parameters of materials used for the manufacture of elements and structures of products of children's play zones

Наименование и состав материала Name and composition of the material	ГОСТ 12.1.044–2018 ²⁰ GOST 12.1.044–2018 ²⁰				ГОСТ Р 56025–2014 ²¹ Q_p , МДж/кг GOST R 56025–2014 ²¹ Q_p , MJ/kg
	D_{cp} , м ² /кг D_{av} , м ² /kg	Токсичность продуктов горения Combustion products toxicity		КИ, % LOI, %	
		CO, мг/г CO, mg/g	CO ₂ , мг/г CO ₂ , mg/g	–	
Полиэфир Polyester	1050–1250	155–189	865–1085	19–20	22,58–24,67
Полиэфир огнезащищенный Fire-retardant polyester	110–1280	132–240	1341–1452	22–24	23,52–24,10
Эластичный пенополиуретан Elastic polyurethane foam	755–950	174–182	1054–1107	18–19	24,30–31,33
Полипропилен Polypropylene	1105–1245	157–182	975–1078	17–18	44,30–45,67
Полипропилен огнезащищенный Fire-retardant polypropylene	1235–1328	168–210	984–1118	21–23	43,89–45,12
Полиэтилен Polyethylene	1036–1169	145–184	1023–1215	17–19	46,44–47,14
Полиэтилен огнезащищенный Fire-retardant polyethylene	1088–1205	158–192	1035–1220	21–23	45,34–46,98

Примечание: * — представлены данные диапазонов численных значений параметров пожарной опасности различных по форме выпуска полимерных материалов (волокна, пленки, модульные изделия, ткани), в том числе огнезащищенных, из справочной литературы и полученные авторами экспериментальным путем.

* Note: * — the data of ranges of numerical values of fire hazard parameters of various forms of polymer materials (fibres, films, modular products, fabrics), including fire-proof ones, from the reference literature and obtained by the authors experimentally are presented.

сте с этим несколько увеличиваются дымообразующая способность и количественный выход токсичных газообразных продуктов горения, при этом величина теплоты сгорания материалов практически не снижается.

Таким образом, в рассматриваемом случае использование огнезамедлительных систем для полимерных материалов не снижает вероятность образования опасных факторов пожара (ОФП) при их использовании в детских игровых изделиях в общественных местах.

Кроме того, применение полимерных материалов с разнообразными по химическому составу комплексами замедлителей горения может не соответствовать санитарно-гигиеническим, химическим и биологическим требованиям для детских игровых изделий, поэтому вопросы целесообразности применения средств огнезащиты к материалам для горючих детских элементов и конструкций, находящихся в игровых зонах, остаются весьма спорными.

Как следует из результатов вышеприведенного анализа пожарной опасности материалов, исполь-

зуемых в интерьере игровых комнат, обеспечение требуемого уровня безопасности людей путем модификации используемых материалов не может быть достигнуто.

Решением данной проблемы может быть применение активных способов обеспечения пожарной безопасности с помощью автоматических установок пожаротушения. В соответствии с положениями СП 486.1311500.2020²² помещения для размещения детских игровых зон (кроме помещений в зданиях дошкольных образовательных организаций) с применением материалов групп горючести Г2 – Г4 при площади зоны 50 м² и более подлежат обязательному оснащению автоматическими установками пожаротушения. В качестве огнетушащего средства для рассматриваемых классов веществ рекомендуется использовать распыленную воду [20] с нормативной интенсивностью подачи в диапазоне 0,14–0,20 л/м²с [21]. Техническая реализация данного решения может быть осуществлена как с использованием модульных установок пожаротушения тонкорас-

²⁰ ГОСТ 12.1.044–2018. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.

²¹ ГОСТ Р 56025–2014. Материалы строительные. Метод определения теплоты сгорания.

²² 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.

пыленной водой, так и агрегатных установок высокого давления, обеспечивающих требуемую интенсивность орошения с учетом величины защищаемой площади. Выбор тонкораспыленной воды как средства пожаротушения обусловлен ее высокой огнетушащей эффективностью и токсикологической безопасностью для людей, находящихся в зоне пожаротушения. Во избежание ложного срабатывания установок целесообразно использовать систему с принудительным дистанционным пуском и систему пожарной сигнализации с дымовыми пожарными извещателями. Выбор дымовых извещателей обусловлен высокой дымообразующей способностью используемых горючих материалов, что в случае возникновения локального очага горения обеспечит требуемую быстроту срабатывания системы.

В данном случае целесообразно осуществлять решение задач прогнозирования динамики развития опасных факторов пожара на рассматриваемых объектах, для чего необходимы данные о пожарной нагрузке материалов, что, в свою очередь, позволит разработать и обосновать требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям, путям эвакуации и эвакуационным выходам, инженерным системам и организационно-техническим мероприятиям по обеспечению пожарной безопасности объектов. Кроме того, представляется целесообразным разработать нормативные требования рабочих характеристик функционирования активных систем пожаротушения с учетом специфики используемых материалов и условий их эксплуатации.

Выводы

В результате анализа основных нормативных документов установлено, что в отношении изделий и конструкций, расположенных в детских игровых и спор-

тивных зонах общественных зданий, требования пожарной безопасности не установлены, что существенно затрудняет оценку (подтверждение) соответствия уровню их пожарной опасности.

Используемые материалы для изготовления игровых изделий и конструкций детских зон в общественных зданиях пожароопасны, создают значительную пожарную нагрузку, что в случае их возгорания приводит к образованию ОФП.

Мероприятия по снижению горючести указанных материалов путем модификации огнезащитными средствами нецелесообразны, так как могут быть нарушены не только санитарно-гигиенические, химические и биологические требования для детских игровых изделий, но и увеличена токсикологическая опасность для людей при возможности их терморазложения.

Для решения задач прогнозирования динамики развития опасных факторов пожара, разработки и обоснования требований к объемно-планировочным и конструктивным решениям, путям эвакуации и эвакуационным выходам, инженерным системам и организационно-техническим мероприятиям по обеспечению пожарной безопасности необходимо использование новых экспериментальных данных по пожарной нагрузке игровых изделий и конструкций детских развлекательных и спортивных зон.

В целях практической реализации активных способов обеспечения пожарной безопасности с использованием систем пожарной автоматики целесообразно разработать документы технического регулирования применения данных установок, в основе которых должны быть положены актуализированные нормативные требования, полученные на основании проведенных экспериментальных исследований развития и тушения пожаров рассмотренных материалов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Беззапонная О.В., Глухих П.А., Макашкин С.В. Исследование особенностей термоокислительной деструкции эластичного пенополиуретана для решения диагностических задач пожарно-технической экспертизы // Проблемы управления рисками в техносфере. 2024. № 4 (72). С. 155–163. DOI: 10.61260/1998-8990-2024-4-155-163. EDN SYDXRL.
2. Бесчастных А.Н. Экспертное исследование продуктов термоокислительной деструкции строительных материалов и элементов интерьера из пенополиуретанов : дис. ... канд. техн. наук. СПб. : С.-Петербург. ун-т., 2002. 121 с. EDN QDTIWB.
3. McKenna S.T., Hull R. The fire toxicity of polyurethane foams // Fire Science Reviews. 2016. No. 5 (3). P. 27. DOI: 10.1186/s40038-016-0012-3
4. Леонова Д.И. Сравнительный анализ токсичности основных групп антипиренов // Актуальные проблемы транспортной медицины. 2008. № 3 (13). С. 117–128. EDN RYCSXZ.
5. Morgan A.B., Gilman J.W. An overview of flame retardancy of polymeric materials: application, technology, and future directions // Fire and Materials. 2013. No. 37 (4). Pp. 259–279. DOI: 10.1002/fam.2128. EDN RRFZOB.
6. Мурашкина Ю.С., Назаренко О.Б. Проблемы использования полимерных материалов, наполненных различными антипиренами : сб. науч. тр., в 9 ч. / под ред. А.В. Гадюкина // Наука. Технологии. Инновации. 2018. С. 180–183. EDN UGZFOQ.

7. Пузач С.В., Бачурин Д.В., Акперов Р.Г., Болдрушкиев О.Б., Балаев А.А. Образование токсичных газов при горении мягких игрушек в многофункциональных торгово-развлекательных комплексах // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2023. No. 32 (1). С. 41–50. DOI: 10.22227/0869-7493.2023.32.01.41-50. EDN JUCUFG.
8. Присадков В.И., Мусликова С.В., Фадеев В.Е. К вопросу обеспечения пожарной безопасности торгово-развлекательных центров // Современные проблемы гражданской защиты. 2020. № 1 (34). С. 49–50. EDN LHTQQR.
9. Агафонова А.И., Коваль Е.О., Майер Э.А. Композиции полипропилена пониженной горючести // Известия Томского политехнического университета. 2011. № 318 (3). С. 136–140. EDN NUPVDH.
10. Теряева Т.Н. Полипропиленовые композиции пониженной горючести // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2021. № 2 (144). С. 47–52. DOI: 10.26730/1999-4125-2021-2-47-52. EDN MHJMLU.
11. Shi Y., Yu B., Wang A.Ch. Y. Flame-Retardant Polymeric Materials and Polymer Composites // Frontiers in Materials. 2021. No. 8. P. 703123. DOI: 10.3389/FMATS.2021.703123. EDN FRKXAE.
12. Zaripov I.I., Vikhareva I.N., Buylova E.A., Berestova T.V., Mazitova A.K. Additives to reduce the flammability of polymers // Nanotechnologies in Construction. 2022. No. 14 (2). Pp. 156–161. DOI: 10.15828/2075-8545-2022-14-2-156-161. EDN AWAMJM.
13. Seidi F., Movahedifar E., Naderi Gh., Akbari V., Ducos F., Shamsi R. et al. Flame Retardant Polypropylenes : a Review // Polymers. 2020. No. 12 (8). P. 1701. DOI: 10.3390/polym12081701. EDN UWZUDH.
14. Liu B.W., Zhao H.B., Wang Y.Zh. Advanced Flame-Retardant Methods for Polymeric Materials : a Review // Advanced Materials. 2022. No. 34 (46). P. 2107905. DOI: 10.1002/adma.202107905. EDN VFXVTY.
15. Плевакова Е.В., Гусев Ю.С. Бромированные антипирены, их воздействие на окружающую среду и человека. Саратов : ООО «Амирит», 2024. 196 с. EDN QREGGV.
16. Ушков В.А., Горюнова А.В., Золотарев М.Е., Ушков М.В. Влияние фосфорсодержащих антипиренов на показатели пожарной опасности газонаполненных полимеров на основе реакционноспособных олигомеров // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2023. № 32 (3). С. 41–53. DOI: 10.22227/0869-7493.2023.32.03.41-53. EDN FSTLWX.
17. Курбанова Э.К. Экологическая безопасность антипиренов // Актуальные проблемы безопасности в техносфере. 2025. № 2 (18). С. 16–20. DOI: 10.34987/2712-9233.2025.13.70.003. EDN EPKFBC.
18. Feiteiro J., Mariana M., Cairrão E. Health toxicity effects of brominated flame retardants: From environmental to human exposure // Environmental pollution. 2021. No. 285. P. 117475. DOI: 10.1016/j.envpol.2021.117475. EDN CVNNCS.
19. Kakar P., Singh A., Sheikh J. Flame retardant finishing of textiles : a Comprehensive review // Indian Journal of Fibre & Textile Research. 2023. No. 48. Pp. 475–494. DOI: 10.56042/ijftr.v48i4.7662
20. Корольченко А.Я., Корольченко Д.А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения : справочник. Т. 2. М. : «Пожнаука», 2004. 774 с. EDN UIAYCP.
21. Терещенков В.В. Справочник руководителя тушения пожара. Тактические возможности пожарных подразделений. М. : Пожкнига, 2004. 244 с. URL: https://rusneb.ru/catalog/010003_000061_6d7e224c782cd3df841fbdba87139074/

REFERENCES

1. Bezzaponnaya O.V., Glukhikh P.A., Makarkin S.V. Research of the features of thermal-oxidative destruction of elastic polyurethane foam for solving diagnostic problems of fire-technical expertise. *Problems of technosphere risk management*. 2024; 4(72):155-163. DOI: 10.61260/1998-8990-2024-4-155-163. EDN SYDXRL. (rus).
2. Beschatnykh A.N. Expert study of the products of thermal-oxidative destruction of building materials and interior elements made of polyurethane foam : *abstract of the dissertation of the candidate of technical sciences*. Saint-Petersburg, St. Petersburg University, 2002; 121. EDN QDTIWB. (rus).
3. McKenna S.T., Hull T.R. The fire toxicity of polyurethane foams. *Fire Science Reviews*. 2016; 5(3):27. DOI: 10.1186/s40038-016-0012-3
4. Leonova D.I. The comparative analysis of toxicity of the basic groups of flame retardants. *Current issues of transport medicine*. 2008; 3(13):117-128. EDN RYCSXZ. (rus).
5. Morgan A.B., Gilman J.W. An overview of flame retardancy of polymeric materials: application, technology, and future directions. *Fire and Materials*. 2013; 37(4):259-279. DOI: 10.1002/fam.2128. EDN RRFZOB.

6. Murashkina Yu.S., Nazarenko O.B. Problems of using polymeric materials filled with various flame retardants : Collection of scientific papers, in 9 parts. Ed. by A.V. Gadyukin. *Science. Technologies. Innovations*. 2018; 180-183. EDN UGZFOQ. (rus).
7. Puzach S.V., Bachurin D.V., Akperov R.G., Boldrushkiev O.B., Balaev A.A. Generation of toxic gases during combustion of stuffed toys in multifunction shopping malls. *Pozharovzryvbezopasnost/Fire and Explosion Safety*. 2023; 32(1):41-50. DOI: 10.22227/0869-7493.2023.32.01.41-50. EDN JUCUFG. (rus).
8. Prisadkov V.I., Muslakova S.V., Fadeev V.E. With regard to shopping malls fire safety. *The journal modern problems of civil protection*. 2020; 1(34):49-50. EDN LHTQQR. (rus).
9. Agafonova A.I., Koval E.O., Mayer E.A. Low-flammability polypropylene composites. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University*. 2011; 318(3):136-140. EDN NUPVDH. (rus).
10. Teryaeva T.N. Polypropylene compositions with reduced flammability. *Bulletin of the Kuzbass State Technical University*. 2021; 2(144):47-52. DOI: 10.26730/1999-4125-2021-2-47-52. EDN MHJMLU. (rus).
11. Shi Y., Yu B., Wang X., Yuen A.Ch.Y. Editorial: Flame-Retardant Polymeric Materials and Polymer Composites. *Frontiers in Materials*. 2021; 8:703123. DOI: 10.3389/FMATS.2021.703123. EDN FRKXAE.
12. Zaripov I.I., Vikhareva I.N., Buylova E.A., Berestova T.V., Mazitova A.K. Additives to reduce the flammability of polymers. *Nanotechnologies in Construction*. 2022; 14(2):156-161. DOI: 10.15828/2075-8545-2022-14-2-156-161. EDN AWAMJM.
13. Seidi F., Movahedifar E., Naderi G., Akbari V., Ducos F., Shamsi R. et al. Flame Retardant Polypropylenes : a Review. *Polymers*. 2020; 12(8):1701. DOI: 10.3390/polym12081701. EDN UWZUDH.
14. Liu B.W., Zhao H.B., Wang Y.Z. Advanced Flame-Retardant Methods for Polymeric Materials : a Review. *Advanced Materials*. 2022; 34(46):2107905. DOI: 10.1002/adma.202107905. EDN VFXVTY.
15. Pleshakova E.V., Gusev Yu.S. *Brominated flame retardants, their impact on the environment and humans*. Saratov, OOO Amirit, 2024; 196. EDN QREGGV. (rus).
16. Ushkov V.A., Goryunova A.V., Zolotarev M.E., Ushkov M.V. Influence of phosphorus-containing flame retardants on fire hazard indices of gas-filled polymers based on reactive oligomers. *Pozharovzryvbezopasnost/Fire and Explosion Safety*. 2023; 32(3):41-53. DOI: 10.22227/0869-7493.2023.32.03.41-53. EDN FSTLWX. (rus).
17. Gurbanova E.K. Environmental safety of fire retardants. *Actual security problems in the technosphere*. 2025; 2(18):16-20. DOI: 10.34987/2712-9233.2025.13.70.003. EDN EPKFBC. (rus).
18. Feiteiro J., Mariana M., Cairrão E. Health toxicity effects of brominated flame retardants: From environmental to human exposure. *Environmental pollution*. 2021; 285:117475. DOI: 10.1016/j.envpol.2021.117475. EDN CVNNCS.
19. Kakar P., Singh A., Sheikha J. Flame retardant finishing of textiles : a Comprehensive review. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*. 2023; 48:475-494. DOI: 10.56042/ijfr.v48i4.7662
20. Korolchenko A.Ya., Korolchenko D.A. Pozharovzryvoopasnost substances and materials and their means of extinguishing reference : *Handbook. Vol. 2*. Moscow, "Pozhnauka", 2004; 774. EDN UIAYCP. (rus).
21. Terebnev V.V. *Firefighting Manager's Handbook. Tactical Capabilities of Fire Departments*. Moscow, Pozhnkiga, 2004; 244. URL: https://rusneb.ru/catalog/010003_000061_6d7e224c782cd3df841fbd8a87139074/ (rus).

Поступила 26.01.2026, после доработки 05.02.2026;

принята к публикации 05.02.2026

Received January 26, 2025; Received in revised form February 05, 2026;

Accepted February 05, 2026

Информация об авторах

КОНСТАНТИНОВА Наталия Ивановна, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник, Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Россия, 143903, Московская обл., г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, 12; AuthorID: 774306; ORCID: 0000-0003-0778-0698; e-mail: konstantinova_n@inbox.ru

Information about the authors

Nataliya I. KONSTANTINOVA, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Principle researcher, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, VNIPO, 12, Balashikha, Moscow Region, 143903, Russian Federation; AuthorID: 57195464313; ORCID: 0000-0003-0778-0698; e-mail: konstantinova_n@inbox.ru

ЦАРИЧЕНКО Сергей Георгиевич, д.т.н., профессор кафедры комплексной безопасности в строительстве, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26; РИНЦ ID: 181475; Scopus AuthorID: 181475; ORCID: 0000-0002-9807-6841; e-mail: tsarichenko_s@mail.ru

ЗУБАНЬ Андрей Владимирович, к.т.н., начальник отдела, Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Россия, 143903, Московская обл., г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, 12; ResearcherID: AAB-9575-2019; AuthorID: 774306; ORCID: 0000-0002-7799-2058; e-mail: avzuban@mail.ru

Вклад авторов:

Константинова Н.И. — научное руководство; концепция исследования; развитие методологии; написание исходного текста; итоговые выводы.

Цариченко С.Г. — концепция исследования; развитие методологии; доработка текста; итоговые выводы.

Зубань А.В. — концепция исследования; развитие методологии; доработка текста; итоговые выводы.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Sergey G. TSARICHENKO, Dr. Sci. (Eng.), Professor of Department of Integrated Safety in Civil Engineering, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Yaroslavskoe Shosse, 26, Moscow, 129337, Russian Federation; ID RSCI: 181475; Scopus AuthorID: 181475; ORCID: 0000-0002-9807-6841; e-mail: tsarichenko_s@mail.ru

Andrey V. ZUBAN, Cand. Sci. (Eng.), Head of department, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, VNIIPO, 12, Balashikha, Moscow Region, 143903, Russian Federation; ResearcherID: AAB-9575-2019; AuthorID: 774306; ORCID: 0000-0002-7799-2058, e-mail: avzuban@mail.ru

Contribution of the authors:

Konstantinova N.I. — scientific management; research concept; methodology development; participation in development of curricula and their implementation; writing the draft; final conclusions.

Tsarichenko S.G. — research concept; methodology development; follow-on revision of the text; final conclusions.

Zuban A.V. — research concept; methodology development; follow-on revision of the text; final conclusions.

The authors declare no conflicts of interests.