

Оценка пожарной опасности материалов палаток детских временных лагерей отдыха

© Н.И. Константинова ✉, А.В. Зубань, Е.А. Поединцев, Н.В. Голов

Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны чрезвычайных ситуаций и ликвидации последствий стихийных бедствий (Россия, 143903, Московская обл., г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, 12)

АННОТАЦИЯ

Введение. Одной из актуальных проблем остается использование пожаробезопасных материалов палаток для детских палаточных лагерей, ее решение может включать в себя разработку специальной методологии и критериев оценки воспламеняемости основных материалов, составляющих конструкцию, на основании которых будет проводиться выбор материалов.

Проблематика вопроса. Используемые в настоящее время для изготовления палаток материалы представляют собой ткани из натуральных или синтетических волокон и различные полимеры. Они обладают повышенной пожарной опасностью, поэтому в случае возникновения пожара может быть не обеспечена безопасная эвакуация людей, что особенно важно для детских временных палаточных лагерей спорта и отдыха. В действующих отечественных нормативных документах содержатся только общие технические требования к палаткам для туризма или требования обеспечения пожарной безопасности на территории детских палаточных лагерей, но требования к пожарной безопасности материалов палаток и методы их оценки отсутствуют. Между тем известны случаи пожаров в детских палаточных лагерях.

Целью данной работы являлось установление требований пожарной безопасности материалов палаток для детских палаточных лагерей, разработка критериев и методов их испытаний.

Основными задачами, необходимыми для достижения поставленной цели, являются анализ существующих нормативных требований и методов определения пожарной опасности материалов палаток, установление параметров и критериев их оценки, а также разработка стандартной методологии испытаний.

Результаты и их обсуждение. Были проведены экспериментальные исследования по оценке комплекса параметров пожарной опасности некоторых видов текстильных и полимерных материалов, применяемых для тентов и напольных покрытий палаток. Установлено, что используемые материалы пожароопасны, поэтому целесообразно ограничить применение для палаток горючих легковоспламеняемых от малокалорийных источников зажигания материалов, в том числе по признаку образования горящего расплава, а также по опасности выделения токсичных продуктов горения.

На основе действующих стандартных методов были разработаны модифицированные методики и классификационные критерии оценки пожарной опасности материалов палаток для детских лагерей летнего отдыха, проведены экспериментальные исследования.

Вывод. Разработан проект национального стандарта, включающий в себя установление методологии и критериев оценки воспламеняемости, а также ограничение применения чрезвычайно опасных материалов палаток по токсичности продуктов горения.

Ключевые слова: малокалорийный источник зажигания; воспламеняемость; токсичность продуктов горения; горящий расплав; пожаробезопасные материалы

Благодарности: Авторы статьи выражают благодарность ведущему инженеру ФГБУ ВНИИПО МЧС России Семибратовой Ирине Сергеевне за проведение и предоставление результатов исследований параметров пожарной опасности текстильных и полимерных материалов.

Для цитирования: Константинова Н.И., Зубань А.В., Поединцев Е.А., Голов Н.В. Оценка пожарной опасности материалов палаток детских временных лагерей отдыха // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2021. Т. 30. № 1. С. 5–15. DOI: 10.22227/PVB.2021.30.01.5-15

✉ Константинова Наталья Ивановна, e-mail: konstantinova_n@inbox.ru

Tent fabric used by seasonal children's camps: fire risk assessment

© Nataliya I. Konstantinova ✉, Andrey V. Zuban, Evgeniy A. Poedintsev, Nikolay V. Golov

All-Russian Research Institute for Fire Protection of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (VNIIP, 12, Balashikha, Moscow Region, 143903, Russian Federation)

ABSTRACT

Introduction. The use of fireproof tent fabric at children's tent camps remains a relevant problem. It may be resolved by developing a special flammability assessment methodology and criteria applicable to materials, used as the structural framework of tents. This solution will determine the choice of fabric.

Aims and purposes. Materials, currently used to make tents, include natural or synthetic fabric and various polymers, that may be a fire hazard. In case of fire, safe evacuation of people may be unfeasible, although it is particularly important for children's seasonal tent camps designated for sports and leisure.

Domestic regulatory documents, that are currently in force, contain solely general technical requirements applicable to travel tents or ensuring fire safety in the territory of children's tent camps, but there are neither fire safety requirements applicable to tent materials, nor any methods of their assessment. Meanwhile, there were cases of fire at children's tent camps.

The purpose of this work is to establish fire safety requirements applicable to tent materials used at children's tent camps, to develop their testing criteria and methodology.

The main objectives to be accomplished in order to achieve the pre-set purpose include the analysis of effective regulatory requirements and methods used to determine the flammability of tent materials, the establishment of parameters and criteria designated for their assessment and the development of a standard testing methodology.

Results and discussion. Experimental studies were carried out to assess a set of flammability-related parameters of several types of fabric and polymers used to make outer/inner tents and ground sheets. It has been determined that currently used materials are fire-hazardous; therefore, it is advisable to limit the production of tents from combustible and flammable materials whose combustion may be triggered by low-calorie ignition sources, including those that can melt or release toxic combustion products.

Currently used standard methods were applied to develop modified methodologies and classification criteria needed to assess the flammability of tent materials for children's summer camps; experimental studies were also carried out.

Conclusions. A draft national standard has been developed; it implies the establishment of the flammability assessment methodology and criteria and restricts the use of tent materials, that are extremely hazardous in terms of the toxicity of their combustion products.

Keywords: low-calorie source of ignition; flammability; toxicity of combustion products; melt; fireproof materials

Acknowledgements: The co-authors would like to express gratitude to Irina Sergeevna Semibratova, senior engineer, FGBU VNIPO of EMERCOM of Russia, for conducting a research into the flammability parameters of fabric and polymers and providing access to the research findings.

For citation: Konstantinova N.I., Zuban A.V., Poedintsev E.A., Golov N.V. Tent fabric used by seasonal children's camps: fire risk assessment. *Pozharovzryvobezopasnost/Fire and Explosion Safety*. 2021; 30(1):5-15. DOI: 10.22227/PVB.2021.30.01.5-15 (rus).

✉ Nataliya Ivanovna Konstantinova, e-mail: konstantinova_n@inbox.ru

Введение

Статистические данные о жертвах и материальном ущербе при пожарах в палаточных лагерях свидетельствуют об актуальности и важности проблемы использования пожаробезопасных материалов палаток, решение которой включает в себя установление методологии и критериев оценки воспламеняемости основных материалов, составляющих ее конструкцию.

В настоящее время для изготовления материалов палаток используется достаточно широкий спектр натуральных и синтетических материалов (на основе волокон хлопка, полиэфира, полиамида, кроме того, полиэтилен, поливинилхлорид и др.). Обладая хорошими эксплуатационными характеристиками, эти материалы имеют повышенную пожарную опасность, так как легко воспламеняются, быстро горят, имеют значительную площадь охвата пламенем, часто наблюдается значительное дымообразование и выделение токсичных продуктов горения, что может привести к удушью и отравлению, а также затруднит безопасную эвакуацию людей в случае возникновения пожара. Особенную опас-

ность такие материалы могут представлять для палаток детских временных лагерей отдыха, организация которых за последнее время возрастает.

В действующих нормативных документах, содержащих общие технические требования к палаткам для туризма, например, в ГОСТ 28917–91¹, требования пожарной безопасности отражены не в полной мере, что не обеспечивает безопасность людей в условиях возможного пожара.

В связи с вышеизложенным, настоящая работа посвящена установлению требований пожарной безопасности для материалов палаток, используемых в детских палаточных лагерях, и методов их испытаний.

Основными задачами, необходимыми для достижения поставленной цели, являются анализ существующих нормативных требований и методов определения пожарной опасности материалов палаток, установление параметров и разработка ме-

¹ ГОСТ 28917–91. Палатки туристические. Общие технические условия: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 26 февраля 1991 г. № 174.

тодологии оценки, проведение экспериментальных исследований.

Проблематика вопроса

Обеспечение пожарной безопасности детских палаточных лагерей, в частности, регламентируется Правилами противопожарного режима в Российской Федерации, утвержденными Постановлением Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации», однако указанные правила не содержат требований к пожарной безопасности к самим палаткам и используемым в их конструкции материалам. В указанном документе регламентированы требования к территории детских лагерей палаточного типа, размещению палаток, хранению легковоспламеняющихся и горючих жидкостей (ЛВЖ и ГЖ) и пиротехники, пользованию открытым огнем, прокладке электрических сетей, оснащению автономными дымовыми пожарными извещателями, размещению первичных средств пожаротушения и др.

Между тем, известны случаи возгорания палаток по различным причинам, в частности, в результате пожара 23 июля 2019 г. в детском палаточном лагере на территории горнолыжного комплекса «Холдоми» Хабаровского края пострадало двенадцать человек, семь из них — дети, при этом сгорело 20 палаток из 26.

Одним из направлений для решения данного вопроса может быть применение огнезащищенных материалов, составляющих по площади и объему значительную часть конструкции палатки: наружный тент палатки, внутренний тент палатки и пол (напольное покрытие). Поэтому внедрение в нормативную практику методик оценки устойчивости к воспламенению от воздействия малокалорийных источников зажигания, позволяющее ограничить использование легковоспламеняющихся материалов палаток, — весьма актуальная задача.

Одним из направлений обеспечения пожарной безопасности палаток является разработка методик испытаний и установление критериев оценки пожарной опасности с учетом воспроизведения теплового воздействия источника возгорания, приближенного к реальному, и возможности обеспечения огнезащиты материалов и композиций без потери ими основных эксплуатационных свойств.

Результаты и их обсуждение

Палатки представляют собой временное переносное жилище, поэтому важно обеспечить комфортные условия для проживания людей. Из чего следует, что к материалам для изготовления различных конструкций палаток предъявляется ряд

обязательных требований по их эксплуатационным характеристикам.

В частности, материалы палаток должны:

- не изменять форму под воздействием механических усилий;
- иметь защиту от попадания влаги;
- не впитывать воду и быстро сохнуть после дождя;
- обладать прочностными и теплосберегающими свойствами;
- быть устойчивыми к УФ-излучению;
- выдерживать ветровые нагрузки и перепады температуры;
- обеспечивать аэрацию внутреннего пространства;
- не выделять вредные для человека вещества;
- обладать грязе- и пылеустойчивостью;
- легко чиститься или стираться;
- не терять своих свойств в течение длительного времени.

Подавляющее большинство современных палаток имеет двухслойную конструкцию. Внешний слой — наружный тент палатки — навес для защиты от солнца и атмосферных осадков, как правило, состоит из тканого, синтетического или комбинированного полотна, натянутого на каркас. Внутренний слой — внутренний тент палатки — съемное изделие внутри наружного тента палатки, которое состоит из тканого, синтетического или комбинированного полотна, предназначенное для создания более комфортных условий пребывания людей, в том числе обеспечивающее воздухопроницаемость и дополнительную защиту от солнца или от атмосферных осадков.

Между этими двумя слоями обязательно существует промежуток около 10 см для теплоизоляции, влагозащиты и аэрации внутреннего пространства палатки.

Достаточно распространенным материалом для изготовления палаток остается брезентовое полотно, в том числе огнезащищенное (ОП) и с водоотталкивающей обработкой (ВО), выпускаемое в соответствии с ГОСТ 15530–93².

Применение огнезащищенных брезентовых тканей (в основном обработанных составами на основе водорастворимых солей неорганических кислот) не обеспечивает материалу устойчивости огнезащитного эффекта к воздействию воды, кроме того, уровень водоотталкивания у брезентовых палаток невелик даже при нанесении соответствующих составов. Палатки из брезента тяжелые, при намокании провисают и долго сохнут, портятся при длительном воз-

² ГОСТ 15530–93. Парусины и двунитки. Общие технические условия: принят Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации 21 октября 1993 г.

действию влаги, отсутствует устойчивость к ультрафиолетовому воздействию.

Более высокой прочностью обладают полиамидные ткани (капрон, нейлон), используемые для изготовления туристических палаток. Их отличает легкость, устойчивость к истиранию и другим механическим нагрузкам, низкая гигроскопичность. К их недостаткам можно отнести отсутствие стойкости к воздействию ультрафиолетового излучения и значительное растяжение при намокании.

Помимо всех преимуществ полиамидных тканей, ткани из полиэфирных волокон обладают высоким уровнем защиты от излучений солнца, не теряют форму во влажном виде и отличаются износостойкостью и долговечностью. Вполне естественно, что увеличенный набор преимуществ повышает стоимость материала, но именно такие палатки имеют широкое применение.

Для внутреннего тента палаток, как правило, используются материалы из хлопковых, полиамидных, полиэфирных волокон или их смесей.

Для верхнего тента туристических палаток, которые предполагается использовать в обычных условиях, могут использоваться материалы, имеющие показатель линейной плотности (Т) 200...250 текс, при условиях постоянно дождливой погоды показатель (Т) должен составлять не ниже 420 текс.

Для внутренней части используют более тонкие материалы (150...180 текс), а для напольного покрытия выбирают материал с показателем не менее 350 текс. При максимальных нагрузках для пола в больших палатках используют влагостойкие полотна с показателем 500...600 текс.

Иногда жесткость и прочность материалам палаток придают дополнительно введенные в текстильное плетение синтетические армирующие волокна, такие полотна имеют характерный рисунок в виде квадратов, ромбов или шестиугольников. В случае повреждения поверхности такая фактура предотвратит распространение разрыва.

Водонепроницаемость материала, ветрозащитные и грязеотталкивающие свойства материалов палаток обеспечиваются, как правило, специальными покрытиями или пропитками. Среди покрытий самыми распространенными являются полиуретановые, наносимые, как правило, на изнаночную сторону полотна. Указанный состав делает материал водостойким и ветронепроницаемым, а количество наносимого покрытия определяет, какое давление водяного столба может выдержать поверхность палатки, не пропуская влагу под тент.

Покрытие из поливинилхлорида наносится снаружи, его защитный слой выдерживает температурный режим от -40 до 60 °C, создает полную во-

донепроницаемость, улучшает формоустойчивость конструкции палатки.

Также для улучшения прочностных и водоотталкивающих свойств материалов применяются силиконовые покрытия, растворы химического соединения полиакрилонитрила, фторуглеродные составы, повышающие износостойкость и сохраняющие изделие от загрязнения.

Для сравнения — водостойкость полиэфирного полотна и нейлона не превышает 1000 мм водного столба, натурального хлопка — до 500 мм

Таким образом, проведенные аналитические исследования номенклатуры основных материалов для изготовления палаток и их свойств установили, что требуемые критерии комфортной эксплуатации конструкции палатки может обеспечить использование материалов определенного химического состава и плотности с возможно различными покрытиями и пропитками, армирующими элементами, улучшающими свойства изделия в целом.

Для исследований установления критериев и методов оценки пожарной опасности материалов палаток были проведены экспериментальные работы по определению комплекса параметров пожарной опасности некоторых видов текстильных и полимерных материалов, применяемых для наружных тентов различного функционального назначения и области применения (торговых палаток, воздухоопорных быстровозводимых конструкций, временных сооружений для проведения массовых мероприятий и т.п.), и материалов, потенциально допустимых для внутренних тентов палаток, произведен сравнительный анализ полученных результатов и обобщены данные, относящиеся к показателям пожарной опасности материалов

Для оценки свойств пожарной опасности материалов использовались стандартные методы испытаний по ГОСТ 12.1.044-89³ (п. 4.18–4.20) по определению, соответственно, коэффициента дымообразования $D_{ср}$, показателя токсичности продуктов горения HCL_{50} , индекса распространения пламени I и по ГОСТ Р 50810-95⁴ — устойчивости к воспламенению.

Результаты исследований параметров пожарной опасности текстильных и полимерных материалов представлены в табл. 1.

³ ГОСТ 12.1.044-89. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 12 декабря 1989 г. № 3683.

⁴ ГОСТ Р 50810-95. Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. Метод испытания на воспламеняемость и классификация: утвержден и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 29 августа 1995 г. № 454.

Таблица 1. Результаты исследований параметров пожарной опасности текстильных и полимерных материалов
Table 1. Results of research into fire hazard parameters of fabric and polymers

Наименование материала, состав Material type, composition	Плот- ность, г/м² Density, g/m²	ГОСТ 12.1.044–89 GOST 12.1.044-89			ГОСТ Р 50810–95 GOST R 50810
		Д _{ср} , м²/кг D _{av} , m²/kg	HCL ₅₀ , г/м³ HCL ₅₀ , g/m³	I	Устойчивость к воспламенению Resistance to ignition
Материалы наружных тентов / Outer tent materials					
Материал укрывной (тентовый) поливинилхлоридный (ТУ 8729-002-12720478-2013) Covering (tent) material made of polyvinyl chloride (Technical Instructions 8729-002-12720478-2013)	500	610 (ДЗ) 610 (D3)	38 (ТЗ)	>20	Легко- воспламеняемый Highly flammable
Брезент ВО (парусина полульняная с водоупорной отделкой, ГОСТ 15530–93 VO tarpaulin (semi-linen canvas having shower proofing, GOST 15530-93)	480	980 (ДЗ) 980 (D3)	28 (ТЗ)	>20	Легко- воспламеняемый Highly flammable
Ткань Oxford R/S (Китай), полиэфир 100 % с водоотталкивающей пропиткой и пленочное полиуретановое покрытие с изнаночной стороны Oxford R/S fabric (China), 100 % polyester, having water proofing and the polyurethane film on the inner side	135	1100 (ДЗ) 1100 (D3)	35 (ТЗ)	>20	Легко- воспламеняемый Highly flammable
Ткань Nylon (Китай), полиамид 100 % с полиуретано- вым покрытием с изнаночной стороны Nylon fabric (China), 100 % polyamide having polyure- thane coating on the inner side	150	950 (ДЗ) 950 (D3)	32 (ТЗ)	>20	Легко- воспламеняемый Highly flammable
Материалы внутренних тентов / Inner tent materials					
Ткань хлопок/полиэфир — (60/40) Cotton/polyester fabric — (60/40)	150	1050 (ДЗ) 1050 (D3)	33 (ТЗ)	>20	Легко- воспламеняемый Highly flammable
Ткань полиэфир 100 % 100 % polyester	180	1100 (ДЗ) 1100 (D3)	32 (ТЗ)	>20	Легко- воспламеняемый Highly flammable
Ткань хлопок 100 % 100 % cotton fabric	215	630 (ДЗ) 630 (D3)	35 (ТЗ)	>20	Легко- воспламеняемый Highly flammable

Как следует из результатов экспериментальных исследований, достаточно широко используемые материалы для палаток весьма пожароопасны — они легковоспламеняемы, обладают высокой дымообразующей способностью, высоко опасны по токсичности продуктов горения, быстро распространяют пламя по поверхности.

Очевидно, что материалы для изготовления тентовых конструкций, представляя собой в основном определенные продукты органических соединений, не могут обеспечить пожаробезопасность по комплексу параметров стандартных методов испытаний по ГОСТ 12.1.044–89, ГОСТ Р 50810–95 без придания им огнезащитных свойств.

Анализ научной отечественной и зарубежной литературы за последние годы по разработке огнезащищенных различных по природе полимерных и текстильных композиций показал возможность

получения материалов пониженной горючести [1–14], однако проведение модификации полимеров может в значительной степени ухудшить эксплуатационные характеристики и не всегда одновременно обеспечить комплекс параметров пожарной опасности, соответствующий существующим требованиям.

Поэтому целесообразно ограничить для палаток только использование горючих материалов, легковоспламеняемых от малокалорийных источников зажигания, в том числе по признаку образования горящего расплава, а также по опасности выделения токсичных продуктов горения, в значительной степени влияющих на безопасную эвакуацию людей.

Немаловажное влияние на безопасность людей при возможном возгорании материалов палаток может оказывать токсичность летучих продуктов их термического разложения. Исходя из этого, целе-

сообразно разработать требования по токсичности продуктов горения материалов и обосновать выбор метода испытаний.

Как было отмечено выше, в отечественной практике оценка пожарной опасности материалов туристических палаток не разработана, несмотря на достаточно развитую имеющуюся методологическую базу проведения испытаний текстильных и полимерных материалов на пожарную опасность в зависимости от их функционального назначения и области применения [15–17].

Нормативная база ряда стран содержит обязательные требования, регламентирующие методы испытаний пожарной опасности и безопасное применение огнезащищенных материалов тентов и напольных покрытий палаток. Так, например, Международной ассоциацией промышленных тканей разработан и действует нормативный документ CPAI-84 [18], определяющий требования к материалам пониженной горючести, используемым в кемпинговых палатках, в том числе их специальную маркировку.

Практика оценки свойств пожарной опасности материалов для палаток существует в действующем международном стандарте ISO 5912–2020⁵, распространяющемся на ткани палаток для кемпинга (внешний и внутренний палаточный материал, а также пол палатки) и устанавливающим требования пожарной безопасности только по устойчивости к воспламенению от малокалорийных источников зажигания. Воспламеняемость внешнего и внутреннего палаточных материалов оценивается согласно стандарту ISO 6941–2004⁶ — процедура А (время зажигания 10 с, поверхностное воспламенение), а материала пола палатки в соответствии с ISO 6925:1982⁷. Аналогичные требования к испытаниям текстильных и полимерных материалов имеются и в национальных стандартах и нормативно-технической документации ряда стран⁸. Например, Канадским бюро стандартизации в 2020 г. разработаны требования к обеспечению пожарной безопас-

ности материалов, применяемых для изготовления палаток⁹.

Учитывая возможность определения устойчивости к воспламенению текстильных и полимерных материалов с использованием действующих национального ГОСТ Р 50810-95 и межгосударственного ГОСТ 32088-2013¹⁰ стандартов, на их основе и с использованием стандартного оборудования были разработаны модифицированные методики и классификационные критерии оценки пожарной опасности материалов палаток для детских лагерей летнего отдыха.

Текстильные и полимерные материалы наружных тентов для палаток относятся к устойчивым к воспламенению при выполнении следующих условий:

- отсутствует прогорание до кромок;
- отсутствует воспламенение хлопчатобумажной ваты;
- время остаточного пламенного горения составляет не более 5 с у любого из образцов, испытанных при поверхностном зажигании.

Текстильные и полимерные материалы внутренних тентов палаток относятся к устойчивым к воспламенению при выполнении следующих условий:

- отсутствует прогорание до кромок;
- отсутствует воспламенение хлопчатобумажной ваты;
- время остаточного пламенного горения составляет не более 5 с у любого из образцов, испытанных при зажигании с поверхности или кромок.

Материалы пола (покрытия пола) палаток относятся к устойчивым к воспламенению при выполнении следующих условий:

- время остаточного горения (тления) составляет не более 20 с;
- максимальная длина поврежденной части образца не превышает 30 мм.

Кроме того, текстильные и полимерные материалы для палаток не должны относиться к чрезвычайно опасным по токсичности продуктов горения материалов по ГОСТ 12.1.044–89.

Учитывая отечественный и зарубежный опыт использования текстильных и полимерных материалов пониженной воспламеняемости, из них можно

⁵ ISO 5912–2020. Camping tents — Requirements and test methods (МКС 97.200.30. Туристическое снаряжение и площадки для кемпинга : дата публикации — 1 июля 2020 г.).

⁶ ISO 6941–2004. Textile fabrics — Burning behaviour — Measurement of flame spread properties of vertically oriented specimens (МКС 13.220.40. Ткани. Характеристики горения. Определение способности к распространению пламени на вертикально ориентированных образцах : дата публикации — 1 мая 2004 г.).

⁷ ISO 6925:1982. Textile floor coverings — Burning behaviour — Tablet test at ambient temperature (МКС 13.220.40. Воспламеняемость, поведение материалов и продуктов при горении : дата публикации — 1 марта 1982 г.).

⁸ IFAI — CPAI-84. Specification for Flame-resistant Materials Used in Camping Tentage.

⁹ CAN/CGSB-182.1–2020. Flammability and labelling requirements for tents NATIONAL STANDARD OF CANADA ICS 97.200.30. Published April 2020 by the Canadian General Standards Board, Gatineau (Quebec) Canada K1A 1G6.

¹⁰ ГОСТ 32088–2013. Материалы текстильные. Покрытия и изделия ковровые напольные. Воспламеняемость. Метод определения и классификация: принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 14 ноября 2013 г. № 44-2013).

выделить основные группы, приемлемые для использования в качестве материалов палаток: модифицированные термопластичные волокнообразующие полимеры (например, полиэфирные волокна), огнезащищенные материалы на основе хлопка или его смесей (методом поверхностной обработки) и различного рода полимерные покрытия на тканевой основе.

В табл. 2, 3 приведены экспериментальные данные по оценке устойчивости к воспламенению некоторых видов серийно выпускаемых огнезащищенных текстильных и полимерных материалов (которые возможно использовать для изготовления палаток) по разработанным методикам, а также определен их показатель токсичности продуктов горения по ГОСТ 12.1.044–89 (п. 20).

Для текстильных и полимерных материалов наружных и внутренних тентов палаток согласно разработанной методике фиксировались следующие факторы и параметры:

- наличие прогорания до кромок образца и воспламенения хлопчатобумажной ваты;
 - время остаточного пламенного горения при зажигании с поверхности или кромки $\tau_{c,r}$, с.
- Для материалов пола палаток фиксировались:
- время остаточного горения (тления) $\tau_{c,r}$, с;
 - максимальная длина поврежденной части образца l , мм.

Таким образом, исходя из представленных результатов испытаний, согласно разработанным методикам, выбранные материалы, которые используются или могут использоваться для изготовления

Таблица 2. Результаты исследований параметров пожарной опасности текстильных и полимерных материалов

Table 2. Results of research into fire hazard parameters of fabric and polymer materials

Наименование материала Material type, composition	Плот- ность, г/м² Density, g/m²	Методики, согласно проекта ГОСТ Р GOST R (project)			ГОСТ 12.1.044–89 (п. 4.20) GOST 12.1.044-89 (art. 4.20)
		Прогорание до кромки Burnout through the fabric edge	Наличие капле- падения Dripping	τ _{с.г} , с τ _{с.г} , s	HCL ₅₀ , г/м³ HCL ₅₀ , g/m³
Материалы наружного тента палатки Outer tent materials					
Тентовый материал (Финляндия) (основа — ПЭ, покрытие — ПВХ) Tent material (Finland) (polyester, PVC coating)	550	—	—	0	T3 (39)
Тентовый материал (Финляндия) (основа — ПЭ, комбинированное покрытие — ПВХ с полиуретановым составом) Tent material (Finland) (polyester, combined PVC coating containing polyurethane)	1170	—	—	0	T3 (39)
Тентовый материал на основе ткани из полиэфира с ПВХ покрытием (Франция) Tent material containing polyester and PVC coating (France)	530	—	—	1	
Брезент ОП (парусина полульняная с огнезащитной отделкой, ГОСТ 15530–93) OP tarpaulin (semi-linen canvas having flame-retardant finishing, GOST 15530-93)	480	—	—	0	T3 (29)
Ткань из арамидных волокон ТУ 13.20.31-105-00321069-2019 с маслостойкой пропиткой Fabric made of aramid fibers (Technical Instructions 13.20.31-105-00321069-2019) having water/oil proofing	195	—	—	0	T3 (32)
Ткань на основе арамидных волокон с нанесенным односторонним полимерным покрытием Fabric made of aramid fibers and one-sided polymer coating	280	—	—	0	T3 (35)

Наименование материала Material type, composition	Плот- ность, г/м ² Density, g/m ²	Методики, согласно проекта ГОСТ Р GOST R (project)			ГОСТ 12.1.044–89 (п. 4.20) GOST 12.1.044-89 (art. 4.20)
		Прогорание до кромки Burnout through the fabric edge	Наличие капле- падения Dripping	τ _{с.г} , с τ _{с.г} , s	HCL ₅₀ , г/м ³ HCL ₅₀ , g/m ³
Материалы внутреннего тента палатки Inner tent materials					
Ткань (хлопок/полиэфир — 60/40 %) с огнезащит- ной отделкой Cotton/polyester fabric — 60/40 % having flame-re- tardant finishing	150	—	—	0	T3 (31)
Ткань хлопковая с огнезащитной отделкой Frall 160 Cotton fabric having Frall 160 flame-retardant finishing	215	—	—	0	T3 (28)
Ткань хлопок (95 %) + полиамид + антистатиче- ская нить FRall Strong 240A (5 %) Fabric made of 95 % of cotton + 5 % of polyamide + FRall Strong 240A antistatic thread	240	—	—	0	T3 (28)
Ткань хлопчатобумажная с огнезащитной отдел- кой PROBAN Cotton fabric having PROBAN flame-retardant finishing	165	—	—	0	T3 (29)
Ткань модакрил, арамид, полиэфир + антистатиче- ская нить Премьер Protect FR 250A Modacrylic, aramid, polyester fabric + Premiere Protect FR 250A antistatic thread	250	—	—	—	T3 (38)

Таблица 3. Результаты исследований параметров пожарной опасности полимерных материалов для пола палаток

Table 3. Results of research into fire hazard parameters of polymer materials used to make tent ground sheets

Наименование материала Material type, composition	Плотность, г/м ² Density, g/m ²	Методики, согласно проекта ГОСТ Р Methodologies pursuant to draft GOST of Russia		ГОСТ 12.1.044–89 (п. 4.20) GOST 12.1.044-89 (art. 4.20)
		L_{\max} , мм L_{\max} , mm	$\tau_{c,r}$, с $\tau_{c,r}$, s	HCL ₅₀ , г/м ³ HCL ₅₀ , g/m ³
Материал на основе ткани из полиэфира с ПВХ покрытием Material made of the polyester fabric having PVC coating	500	10	3	T3 (35)
Ткань Oxford 210D PU 4000 (Китай) — полиэфир (100 %) с водоотталкивающей пропиткой и пленочное полиуретановое покрытие с изнаночной стороны Oxford 210D PU 4000 fabric (China) made of 100 % polyester having water proofing and the polyurethane film on the inner side	210	10	2	T3 (31)
Ткань прорезиненная, ГОСТ Р 57204–2016 Rubbered fabric, GOST of Russia 57204–2016	280	8	1	T3 (33)

палаток, соответствуют установленным требованиям по устойчивости к воспламенению и показателю токсичности продуктов горения.

На основе разработанных методик и предложенных классификационных критериев оценки пожарной опасности материалов палаток проведена разработка проекта национального стандарта. Внедрение национального стандарта позволит:

- установить требования пожарной безопасности к материалам палаток детских лагерей палаточного типа;
- обеспечить единые подходы к разработке, изготовлению и оценке пожарной опасности материалов палаток.

Выводы

В Российской Федерации обеспечение пожарной безопасности детских палаточных лагерей регламентируется Правилами противопожарного режима, однако нормативные требования обеспечения пожарной безопасности применительно к материалам палаток отсутствуют.

Проведенный анализ номенклатуры основных материалов для изготовления палаток и их свойств установил, что требуемые эксплуатационные характеристики конструкций могут быть обеспечены с использованием материалов определенного

химического состава и плотности, с различными покрытиями и пропитками, а также армирующими элементами. Проведенные экспериментальные исследования комплекса параметров пожарной опасности ряда указанных материалов установили их горючесть, возможность быстрого распространения пламени по поверхности, высокую дымообразующую способность и опасность выделения токсичных продуктов горения.

Были установлены основные требования по пожарной безопасности для материалов внешнего, внутреннего тентов и пола (напольного покрытия) палатки, а именно: материалы не должны воспламеняться от малокалорийных источников возгорания и образовывать горящий расплав, а также не относиться к чрезвычайно опасным по показателю токсичности продуктов горения.

Результаты проведенных испытаний согласно разработанным методикам показали возможность выбора материалов для изготовления палаток детских палаточных лагерей, соответствующих установленным требованиям по устойчивости к воспламенению и показателю токсичности продуктов горения.

На основе разработанных методик и предложенных классификационных критериев оценки пожарной опасности материалов палаток проведена разработка проекта национального стандарта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гончикжапов М.Б., Палецкий А.А., Куйбида Л.В., Шундрин И.К., Коробейников О.П. Снижение горючести сверхвысокомолекулярного полиэтилена добавками трифенилфосфата // Физика горения и взрыва. 2012. Т. 48. № 5. С. 97–109. URL: https://www.sibran.ru/journals/issue.php?ID=120272&ARTICLE_ID=137063
2. Grover T., Khandual A., Luximon A. Fire protection: Flammability and textile fibres // Colourage. 2014. Vol. 61(5). Pp. 39–45+48.
3. Horrocks A.R. Flame retardant textile finishes // Textile Finishing. 2017. Pp. 69–127. DOI: 10.1002/9781119426790.ch2
4. Horrocks A.R., Sitpalan A., Chen Zhou, Kandola B. Flame retardant polyamide fibres: The challenge of minimising flame retardant additive contents with added nanoclays // Polymers. 2016. Vol. 8. No. 8. P. 288. DOI: 10.3390/polym8080288
5. Horrocks A.R., Subhash C. Handbook of technical textiles: Vol. 2. Technical textile applications. 2nd ed. Woodhead publishing, 2016. 452 p.
6. Global and China aramid fiber industry report, 2016–2020 // Global Information. URL: <https://www.giiresearch.com/report/rinc320244-global-china-aramid-fiber-industry-report.html> (дата обращения: 17.06.2017).
7. Horrocks A.R. Textile flammability research since 1980 — Personal challenges and partial solutions // Polymer Degradation and Stability. 2013. Vol. 98. Issue 12. Pp. 2813–2824. DOI: 10.1016/j.polyimdegstab.2013.10.004.
8. Handbook of fire resistant textiles / Selcen Kilinc F. (ed.). Woodhead Publishing Ltd., 2013. 704 p. DOI: 10.1016/c2013-0-16161-2.
9. Лаврентьева Е.П. Разработка научных основ и технологий производства текстильных материалов новых структур для специальной одежды и средств индивидуальной защиты : дис. ... д-ра техн. наук. М., 2016. 413 с.
10. Hirschler M. Poly(vinyl chloride) and its fire properties // Fire and Materials. 2017. Vol. 41. No. 8. Pp. 993–1006. DOI: 10.1002/fam.2431

11. Бесшапошникова В.И. Научные основы и инновационные технологии огнезащиты текстильных материалов : монография. М. : Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина, 2018. 188 с.
12. Константинова Н.И., Зубкова Н.С. Влияние огнезамедлительных систем на пожарную опасность пластифицированного полиэфира // Химические волокна. 2019. № 6. С. 49–54.
13. Константинова Н.И., Еремина Т.Ю., Кузнецова Н.Н. Разработка огнезащищенных текстильных материалов, безопасных при соприкосновении с кожей человека // Химические волокна. 2019. № 2. С. 54–59.
14. Zhuo-er Suna, Yang Zhou. Discussion on fire-proof sealing technology and product // Procedia Engineering. 2016. Vol. 135. Pp. 643–647. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.01.131
15. Зубкова Н.С., Константинова Н.И. Огнезащита текстильных материалов. М. : Институт информационных технологий, 2008. 228 с.
16. Смирнов Н.В., Булгаков В.В., Етумян А.С., Константинова Н.И., Дудеров Н.Г. Результаты и перспективы научно-исследовательских работ по оценке пожарной опасности строительных текстильных материалов и эффективности средств огнезащиты // Юбилейный сборник трудов ФГБУ ВНИИПО МЧС России. М. : ВНИИПО, 2012. С. 34–57.
17. Константинова Н.И., Смирнов Н.В., Шебеко А.Ю. К вопросу об оценке эффективности огнезащиты полимерных материалов // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2018. № 7–8. С. 32–42. DOI: 10.18322/pvb.2018.27.7-8.32-42
18. Troitzsch J. Plastics flammability handbook. Principles, regulations, testing, and approval. 3rd ed. Munich : Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, 2004. 774 p.

REFERENCES

1. Gonchikzhapov M.B., Paletskiy A.A., Kuybida L.V., Shundrina I.K., Korobeynichev O.P. Reducing the flammability of ultra-high-molecular-weight polyethylene by triphenyl phosphate additives. *Fizika goreniya i vzryva* [Combustion, explosion, and shock waves]. 2012; 48(5):97-109. URL: https://www.sibran.ru/journals/issue.php?ID=120722&ARTICLE_ID=137063 (rus).
2. Grover T., Khandual A., Luximon A. Fire protection: Flammability and textile fibres. *Colourage*. 2014; 61(5):39-45+48.
3. Horrocks A.R. Flame retardant textile finishes. *Textile Finishing*. 2017; 69-127. DOI: 10.1002/9781119426790.ch2
4. Horrocks A.R., Sitpalan A., Chen Zhou, Kandola B. Flame retardant polyamide fibres: The challenge of minimising flame retardant additive contents with added nanoclays. *Polymers*. 2016; 8(8):288. DOI: 10.3390/polym8080288
5. Horrocks A.R., Subhash C. *Handbook of technical textiles: Vol. 2. Technical textile applications*. 2nd ed. Woodhead publishing, 2016; 452.
6. Global and China aramid fiber industry report, 2016-2020. *Global Information*. URL: <https://www.giiresearch.com/report/rinc320244-global-china-aramid-fiber-industry-report.html> (Accessed: June 17, 2017).
7. Horrocks A.R. Textile flammability research since 1980 — Personal challenges and partial solutions. *Polymer Degradation and Stability*. 2013; 98(12):2813-2824. DOI: 10.1016/j.polyimdegad-stab.2013.10.004.
8. *Handbook of fire resistant textiles* / Selcen Kilinc F. (ed.). Woodhead Publishing Ltd., 2013; 704. DOI: 10.1016/c2013-0-16161-2.
9. Lavrent'eva E.P. *Development of scientific foundations and technologies for the production of textile materials of new structures for special clothing and personal protective equipment : dissertation ... doctor of technical sciences*. Moscow, 2016; 413. (rus).
10. Hirschler M. Poly(vinyl chloride) and its fire properties. *Fire and Materials*. 2017; 41(8):993-1006. DOI: 10.1002/fam.2431
11. Besshaposhnikova V.I. *Foundations and innovative technology for the fire protection of textile materials*. Moscow, 2018; 188. (rus).
12. Konstantinova N.I., Zubkova N.S. Influence of fire-retardant systems on fire hazard of plasticized polyester. *Fibre Chemistry*. 2019; 6:49-54.
13. Konstantinova N.I., Eremina T.Yu., Kuznetsova N.N. Development of fire-proof textile materials that are safe in contact with human skin. *Fibre Chemistry*. 2019; 2:54-59.
14. Zhuo-er Suna, Yang Zhou. Discussion on fire-proof sealing technology and product. *Procedia Engineering*. 2016; 135:643-647. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.01.131

15. Zubkova N.S., Konstantinova N.I. *Fire protection of textile materials*. Moscow, 2008; 228. (rus).
16. Smirnov N.V., Bulgakov V.V., Etumyan A.S., Konstantinova N.I., Duderov N.G. Results and prospects of research works on fire hazard assessment of construction textile materials and effectiveness of fire protection means. *Jubilee collection of works of the Federal state budgetary institution VNIPO EMERCOM of Russia Moscow*. Moscow, VNIPO, 2012; 34-57. (rus).
17. Konstantinova N.I., Smirnov N.V., Shebeko A.Yu. Revisiting the assessment of polymeric materials fire protection efficiency. *Pozharovzryvbezopasnost/Fire and Explosion Safety*. 2018; 7-8:32-42. DOI: 10.18322/pvb.2018.27.7-8.32-42 (rus).
18. Troitzsch J. *Plastics flammability handbook. Principles, regulations, testing, and approval*. 3rd ed. Munich, Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, 2004; 774.

Поступила 09.10.2020, после доработки 12.11.2020; принята к публикации 23.11.2020
Received October 9, 2020; Received in revised form November 12, 2020; Accepted November 23, 2020

Информация об авторах

КОНСТАНТИНОВА Наталия Ивановна, д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник, Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны чрезвычайных ситуаций и ликвидации последствий стихийных бедствий, г. Балашиха, Российская Федерация; Scopus Author ID: 57195464313; ORCID: 0000-0003-0778-0698; e-mail: konstantinova_n@inbox.ru;

ЗУБАНЬ Андрей Владимирович, канд. техн. наук, заместитель начальника отдела, Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны чрезвычайных ситуаций и ликвидации последствий стихийных бедствий, г. Балашиха, Российская Федерация; Scopus Author ID: 55847911600; ResearcherID: AAB-9575-2019; ORCID: 0000-0002-7799-2058; e-mail: avzuban@mail.ru

ПОЕДИНЦЕВ Евгений Александрович, старший научный сотрудник, Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны чрезвычайных ситуаций и ликвидации последствий стихийных бедствий, г. Балашиха, Российская Федерация; РИНЦ ID: 760768; ORCID: 0000-0003-2769-0278; e-mail: evgeny@poedintsev.ru

ГОЛОВ Николай Витальевич, канд. техн. наук, научный сотрудник, Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны чрезвычайных ситуаций и ликвидации последствий стихийных бедствий, г. Балашиха, Российская Федерация; РИНЦ ID: 866179; ORCID: 0000-0002-8817-3445; e-mail: nv_golov@mail.ru

Information about the authors

Nataliya I. KONSTANTINOVA, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Chief Researcher, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia, Balashikha, Russian Federation; Scopus Author ID: 57195464313; ORCID: 0000-0003-0778-0698; e-mail: konstantinova_n@inbox.ru

Andrey V. ZUBAN, Cand. Sci. (Eng.), Deputy Head of Department, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia, Balashikha, Russian Federation; Scopus Author ID: 55847911600; ResearcherID: AAB-9575-2019; ORCID: 0000-0002-7799-2058; e-mail: avzuban@mail.ru

Evgeniy A. POEDINTSEV, Senior Researcher, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Balashikha, Russian Federation; ID RISC: 760768; ORCID: 0000-0003-2769-0278; e-mail: evgeny@poedintsev.ru

Nikolay V. GOLOV, Cand. Sci. (Eng.), Researcher, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Balashikha, Russian Federation; ID RISC: 866179; ORCID: 0000-0002-8817-3445; e-mail: nv_golov@mail.ru