

ПОЖАРОВЗРЫВБЕЗОПАСНОСТЬ/FIRE AND EXPLOSION SAFETY. 2022. Т. 31. № 2. С. 22–32
 POZHAROVZRYVOBEZOPASNOST/FIRE AND EXPLOSION SAFETY. 2022; 31(2):22-32

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ/RESEARCH PAPER

УДК: 614.841.22

<https://doi.org/10.22227/0869-7493.2022.31.02.22-32>

Совершенствование методологического подхода к оценке пожарной опасности матрасов

Наталья Ивановна Константинова¹✉, Андрей Владимирович Зубань¹,
 Алла Александровна Булгакова²

¹Всероссийский 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

²Центр сертификации и исследований «Метроном», Московская обл., г. Королев, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Среди легковоспламеняемых материалов, находящихся в помещениях жилых и общественных зданий, значительную долю занимают текстильные материалы и изделия (мягкая мебель, шторы, занавеси, постельные принадлежности, предметы декора и пр.), они в большой степени влияют при горении на скорость распространения пожара и образование его опасных факторов, поэтому вопросы совершенствования требований, регламентирующих пожаробезопасное их применение, являются весьма актуальными.

Проблематика вопроса. В настоящее время в России документом, регламентирующим пожарную безопасность мебельной продукции, является ТР ТС 025/2012 «О безопасности мебельной продукции». Однако отличия по процедуре испытаний и критериям оценки в указанных к нему стандартах не всегда позволяют объективно оценить воспламеняемость мягкой мебели и прогнозировать ее поведение при пожаре. Также отсутствует метод оценки воспламеняемости матрасов, а используемый в настоящее время метод испытаний ГОСТ Р 53294–2009 (п. 5) не может дать корректную ее оценку, что искажает полученные результаты.

Целью настоящей работы являлись аналитические исследования зарубежной нормативной базы пожаробезопасного применения мягких элементов мебели в общественном и жилом секторе, экспериментальная оценка параметров воспламеняемости материалов и мягких мебельных композиций, а также разработка предложений по усовершенствованию методологического подхода к оценке пожарной опасности и применению матрасов в общественном и жилом секторе.

Результаты и их обсуждение. На основе аналитических исследований установлено, что за рубежом существует достаточно развитая нормативно-методологическая база, в определенной степени обеспечивающая пожаробезопасное применение предметов мягкой мебели в жилых и общественных помещениях зданий и сооружений.

Проведены сравнительные экспериментальные исследования оценки воспламеняемости различных композиционных сочетаний матрасов и элементов мягкой мебели методами ГОСТ Р 53294–2009 (п.п. 4 и 5), позволившие выявить значительные расхождения в результатах испытаний композиций, что объясняется разницей в условиях теплового воздействия при испытаниях.

Выводы. Необходимо разработать и ввести в отечественную нормативную практику стандартный метод испытаний матрасов на воспламеняемость. Установить требования, ограничивающие применение легковоспламеняемых мягких мебельных элементов в местах с массовым пребыванием людей для снижения возможности распространения пожара при их возгорании и образовании опасных факторов.

Ключевые слова: мягкая мебельная продукция; воспламеняемость; требования пожаробезопасного применения; скорость распространения пожара; опасные факторы пожара

Для цитирования: Константинова Н.И., Зубань А.В., Булгакова А.А. Совершенствование методологического подхода к оценке пожарной опасности матрасов // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2022. Т. 31. № 2. С. 22–32. DOI: 10.22227/0869-7493.2022.31.02.22-32

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

Improvement of a methodological approach to assessing the fire hazard of mattresses

Nataliya I. Konstantinova¹✉, Andrey V. Zuban¹, Alla A. Bulgakova²

¹All-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

²Non-Commercial Organization "Certification and Research Center "Metronom", Korolev, Moscow Region, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. Textile materials and products (upholstered furniture, curtains, bedding, decorative items, etc.) are among the most flammable materials in residential and public buildings. They largely affect the fire propagation speed and formation of dangerous fire factors in combustion. Therefore, the issues of improving the requirements governing their fire-safe use are particularly relevant.

Aims and purposes. Presently, the fire safety of furniture products is regulated by the Technical Regulations of the Customs Union 025/2012 "On safety of furniture products" in Russia. However, differences in testing procedures and evaluation criteria, demonstrated by the applicable standards, do not always allow objectively assessing the flammability of upholstered furniture products and predicting their behaviour in case of fire. There is also no method for assessing the flammability of mattresses, and the currently used testing method, set by GOST R 53294–2009 (p. 5) cannot ensure a correct assessment and, hence, its results are distorted. The purpose of this work is to conduct an analytical study on foreign regulatory frameworks for the fire-safe use of upholstered furniture elements in public and residential buildings, to make an experimental assessment of the flammability parameters of materials and upholstered furniture, as well as develop proposals for improving the methodological approach to the fire hazard assessment and the use of mattresses in public and residential buildings.

Results and discussion. The analytical studies have proven that fairly developed regulatory and methodological frameworks are in effect abroad. They ensure the fire-safe use of items of upholstered furniture on the premises of residential and public buildings and structures. Comparative experimental studies were conducted to assess the flammability of various composite combinations of mattresses and upholstered elements of furniture using GOST R 53294–2009 methods (p. 4 and 5), which identified large discrepancies between the test results due to the difference in the conditions of the thermal exposure in the course of testing.

Conclusions. It is necessary to develop and introduce a standard method of testing the flammability of mattresses into the domestic regulatory practice. It is advisable to set the requirements limiting the use of flammable elements of upholstered furniture in places of the mass presence of people to reduce fire propagation in case of ignition and formation of dangerous factors.

Keywords: upholstered furniture products; flammability; requirements of fire-safe use; fire propagation speed; fire hazards

For citation: Konstantinova N.I., Zuban A.V., Bulgakova A.A. Improvement of a methodological approach to assessing the fire hazard of mattresses. *Pozharovzryvobezopasnost/Fire and Explosion Safety*. 2022; 31(2):22-32. DOI: 10.22227/0869-7493.2022.31.02.22-32 (rus).

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

Введение

Ежегодные статистические данные по пожарам свидетельствуют о значительном их количестве (более 38 %) в жилых и общественных зданиях. Наиболее пожароопасными объектами являются жилые здания, где происходит более 70 % от общего числа пожаров [1]. Основными причинами распространения пожара являются: невозможность осуществлять достаточный контроль за пожарной безопасностью жилищ, высокая плотность размещения горючей нагрузки (мебель, текстильные и отделочные материалы, бытовая техника) на единицу площади, а также многоэтажность зданий, обуславливающая возможность быстрого распространения огня по этажам.

На общественных объектах с массовым пребыванием людей (гостиницы, интернаты для инвалидов и престарелых людей, больницы) возможность возникновения и распространения пожара может быть обусловлена еще и наличием ограниченных в передвижении больных людей, а также отсутствием контроля в ночное время, что в свою очередь влияет на безопасную эвакуацию людей.

Одной из основных причин возникновения пожара всегда было и остается наличие человеческого фактора — из-за неосторожного обращения с огнем. Чаще всего пожары в зданиях происходят из-за возможности легкого воспламенения горючих

материалов и изделий маломощными источниками зажигания: сигарета, спичка, свеча, искра из-за неисправной электропроводки и т.п.

Среди легковоспламеняемых материалов, находящихся в помещениях жилых и общественных зданий, значительную долю могут занимать текстильные материалы и изделия (мягкая мебель, шторы, занавеси, постельные принадлежности, предметы декора и пр.), они в большой степени влияют при горении на скорость распространения пожара и образования его опасных факторов [2].

Вопросы изучения возможности воспламеняемости предметов мягкой мебели и текстиля в интерьере помещений, установление объективных методов ее оценки, а также разработки и совершенствования требований, регламентирующих пожаро-безопасное применение, являются весьма актуальными.

Проблематика вопроса

В настоящее время в России одним из основных документов, в том числе, регламентирующих пожарную безопасность мягкой мебели, является ТР ТС 025/2012 «О безопасности мебельной продукции», в поддержку которого разработан ряд национальных и межгосударственных стандартов. Необходимый уровень пожарной без-

опасности текстильных и кожаных материалов, применяемых в качестве обивочных при изготовлении мягких элементов изделий мебели для сидения и лежания, достигается следующими требованиями: для их изготовления не должны применяться легковоспламеняемые и относящиеся к чрезвычайно опасным по токсичности продуктам горения материалы. Однако методы оценки воспламеняемости, согласно перечню документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований технического регламента Таможенного союза «О безопасности мебельной продукции» (ТР ТС 025/2012), в полной мере не согласуются между собой, а по некоторым позициям продукции отсутствуют. В частности, отсутствует метод оценки воспламеняемости матрасов, и ни один из стандартных подходов испытаний мягкой мебели на них не может быть распространен. Тем не менее в настоящее время подтверждение соответствия матрасов осуществляется в добровольной форме — при испытании методом, оценивающим воспламеняемость мягких элементов мебели, но так как процедура испытаний предполагает использовать в качестве образца композиционное соединение сидения и спинки, в значительной степени искажающее реальную конструкцию указанного изделия, то результаты испытаний необъективны.

Целью настоящей работы являлись аналитические исследования зарубежной нормативной базы пожаробезопасного применения мягких элементов мебели в общественном и жилом секторе, экспериментальная оценка параметров воспламеняемости материалов и мебельных композиций, а также разработка предложений по усовершенствованию методологического подхода к оценке пожарной опасности и применению матрасов в общественном и жилом секторе.

Результаты исследований

Достаточно подробные результаты анализа причин и статистики пожаров, например, в жилых помещениях США, показывают, что в основном значительное количество летальных исходов и травм происходит из-за воспламенения мягкой мебели, матрасов и постельных принадлежностей. Серьезную опасность с точки зрения возможности возникновения пожара и отравления летучими продуктами термического разложения представляет курение в постели. Матрасы и постельное белье по-прежнему остаются основными предметами, воспламенение или тление которых происходит почти в трети пожаров, возникающих в спальнях и гостиных помещениях зданий, и почти половина

летальных исходов и травмирования людей связаны с этим [3, 4].

В мировой практике безопасность использования любых видов мягкой мебельной продукции и постельного белья в помещениях зданий регламентируется множеством нормативных документов. Большинство национальных и международных стандартов, устанавливающих требования и методы испытаний по воспламеняемости мягкой мебели, матрасов и постельных принадлежностей, применяются в основном для общественных зданий и сооружений с массовым пребыванием людей, но в некоторых развитых странах (США, Канада, Великобритания, Франция и Норвегия) регламентированы также правила оценки воспламеняемости матрасов и мягкой мебели в жилых помещениях [5, 6].

Одна из наиболее развитых нормативных баз, регламентирующих пожаробезопасное применение мягкой мебельной продукции, разработана в Великобритании.

В законодательный акт Великобритании № 1324 «О защите прав потребителей» входят правила, предусматривающие оценку пожарной опасности мебели и текстильных предметов интерьера. Требования по воспламеняемости продукции мягкой мебели, установленные рядом стандартов, включают использование различных методов испытаний, которые учитывают функциональное назначение изделия (мягкая мебель, сидения, матрасы, в том числе детские и пр.) и составляющих его компонентов (в основном, обивочного материала и наполнителя), а также различной природы и мощности источников зажигания.

Так, стандарт BS 7177 «Fire test to mattresses, divans and bed bases» определяет требования к устойчивости воспламенения матрасов, диванов и оснований кроватей, используемых в общественных зданиях, например, в гостиницах, больницах и других общественных местах при испытании в соответствии с методиками BSI BS EN 597-1:2016 «Furniture. Assessment of the ignitability of mattresses and upholstered bed bases — Ignition source: smouldering cigarette», BSI BS EN 597-2:1995 «Furniture — Assessment of the Ignitability of Mattresses and Upholstered Bed Bases — Part 2: Ignition Source: Match Flame Equivalent», BSI BS 6807-2006 «Methods of Test for Assessment of the Ignitability of Mattresses, Upholstered Divans and Upholstered Bed Bases with Flaming Types of Primary and Secondary Sources of Ignition», предусматривающих использование различных по теплопроизводительности источников зажигания и позволяющих классифицировать мягкую мебельную продукцию по степени пожарной опасности (низкая, средняя, высокая или очень высокая).

Британский стандарт BS 7176 «Specification for resistance to ignition of upholstered furniture for non-domestic seating by testing composites» устанавливает требования к устойчивости воспламенения мягкой мебели для сидения в общественных местах различного назначения путем использования национальных и международных методов испытаний BSI BS 5852-1-1979 «Fire Tests for Furniture Part 1: Methods of Test for the Ignitability by Smokers' Materials of Upholstered Composites for Seating 2» (источники зажигания — сигарета, пламя, эквивалентное пламени спички, или деревянные штабели), BSI BS EN 1021-1-2014 «Furniture — Assessment of the ignitability of upholstered furniture Part 1: Ignition source smouldering cigarette» и BSI BS EN 1021-2-2014 «Furniture — Assessment of the ignitability of upholstered furniture Part 2: Ignition source match flame equivalent» (источники зажигания — сигарета и пламя, эквивалентное пламени спички) в зависимости от условий ее использования.

Таким образом, проанализировав только основные нормативные документы, можно сделать вывод, что в Великобритании существует достаточно развитая методологическая база, в определенной степени гарантирующая пожаробезопасное использование различных предметов мягкой мебели в отличающихся по функциональному назначению помещениях и зданиях, для чего проводится обязательная оценка воспламеняемости как композиционного сочетания материалов, так и отдельных его составляющих.

Аналогичный подход к регламентированному применению по устойчивости к воспламенению предметов мягкой мебели разработан во многих развитых странах мира путем выполнения требований общенациональных стандартов на добровольной или обязательной основе. Кроме того, в ряде стран для производителей существуют требования по обязательной маркировке мягких мебельных изделий по устойчивости к воспламенению от различных источников зажигания или информации об ее отсутствии [7]. Пример маркировки матраца по результатам оценки воспламеняемости представлен на рис. 1 и означает, что данный вид продукции прошел испытания по тесту зажженной сигареты и пламени, эквивалентному пламени спички.

Рассмотрим некоторые вопросы пожарной опасности матрацев. По типу конструкции матрацы подразделяются на две основные группы: пружинные и не содержащие пружин, упругость которых обеспечивается применением различных набивочных материалов. Компоновка матрацев достаточно многообразна и зависит от назначения и требований по их эксплуатации. Основные материалы, ис-

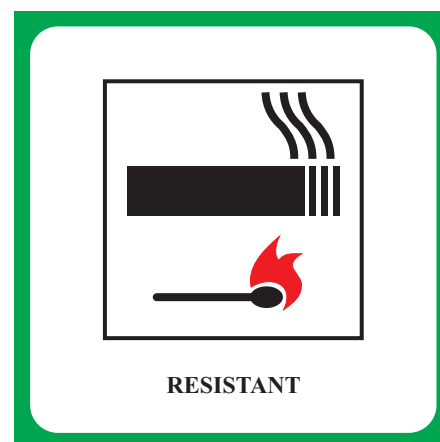


Рис. 1. Маркировка матраца, указывающая на устойчивость к воспламенению согласно тесту «зажженной сигареты» и пламени, эквивалентному пламени спички

Fig. 1. The marking of a mattress indicating its resistance to ignition pursuant to the “lit cigarette” test and the flame equivalent to that of a match

пользуемые для изготовления матрацев, — обивка, наполнитель, вспомогательные прокладочные элементы, и, как правило, чехлы.

На протяжении всего срока эксплуатации ткань для обивки матраца должна надежно защищать наполнитель, выдерживать ежедневные механические воздействия (трение) и многочисленные чистки. При этом, желательно, чтобы она сохранила презентабельный вид до конца срока службы наполнителя. В качестве обивочных материалов используются в основном текстильные материалы из натуральных или синтетических волокон достаточно широкого ассортимента, обеспечивающие прочность, износостойкость, устойчивость к истиранию, возможность чистки и эстетичность.

В число самых популярных материалов, используемых при изготовлении современных матрацев, в качестве набивки (наполнителя) входят эластичный пенополиуретан — вспененная смесь полиола и полиизоцианата, латекс — водная дисперсия различной природы полимеров, нетканые полотна из термоскрепленных полиэфирных волокон, а также ряд натуральных наполнителей: кокосовая койра, сизаль, шерсть и др. Часто для прокладок и обеспечения жесткости конструкции матраца используется термовойлок — смесь волокон натурального и синтетического происхождения, а прокладочные материалы, как правило, представляют собой нетканые материалы из полиэфирных или полипропиленовых волокон.

Следует отметить, что прогнозирование пожарной опасности достаточно сложного по конструкции компонентного сочетания материалов различной химической природы и по составу данного вида мебельной продукции проводится эксперименталь-

ным путем с использованием специальных регламентированных методов испытаний.

В табл. 1 представлены результаты экспериментальных исследований оценки показателей пожарной опасности некоторых видов материалов, различных по составу и плотности (p), которые, как правило, входят в композиционный состав матрацев отечественного производства. С применением стандартного оборудования и средств измерений по ГОСТ 12.1.044–89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения» (п.п. 4.18, 4.20) оценивался коэффициент дымообразования (D_{cp}), показатель токсичности продуктов горения H_{Cl50} (при этом фиксировались значения концентрации монооксида углерода CO, диоксида углерода CO₂), а также время самостоятельного горения (τ) для материалов наполнителей по ГОСТ Р 53294–2009 «Материалы текстильные. Постельные принадлежности. Мягкие

элементы мебели. Шторы. Занавеси. Методы испытаний на воспламеняемость» (п. 5), а для обивочных материалов (чехлов матрацев) по ГОСТ Р 51810–95 «Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. Метод испытания на воспламеняемость и классификация».

Как следует из приведенных экспериментальных данных, все наиболее широко применяемые материалы для изготовления матрацев являются легко воспламеняемыми (ЛВ), со временем самостоятельного горения, в значительной степени превышающим нормативное, с высокой дымообразующей способностью и высокоопасными по показателю токсичности продуктами горения, что влияет на возможность распространения пожара при их возгорании и образовании опасных факторов, блокирующих безопасную эвакуацию людей из помещений зданий.

Стендовые и крупномасштабные исследования, проводимые рядом зарубежных исследователей,

Таблица 1. Результаты экспериментальных исследований параметров пожарной опасности материалов, входящих в состав матрацев

Table 1. Results of experimental studies on the fire hazard parameters of mattress materials

Наименование и состав материала Type and composition of the material	ГОСТ 12.1.044–89 (п. 4.18, 4.20) GOST 12.1.044–89 (p. 4.18, 4.20)		Параметры воспламеняемости Flammability parameters					
	D_{cp} , м ² /кг D_{av} , м ² /kg	Токсичность продуктов горения Toxicity of combustion products			ГОСТ Р 53294 (п. 5) GOST R 53294 (p. 5)		ГОСТ Р 51810 GOST R 51810	
		H_{Cl50}	CO, мг/г CO, mg/g	CO ₂ , мг/г CO ₂ , mg/g	τ , с τ , s	Класс Class	τ , с τ , s	Класс Class
Латекс на основе каучука, $p = 30$ г/см ³ Rubber-based latex, $p = 30$ g/cm ³	780	38	117	716	> 120	ЛВ HF	–	–
Термовойлок (ПЭ — 50 %, Ш — 50 %), $p = 300$ г/м ² Thermal felt (polyester — 50 %, wool — 50 %), $p = 300$ g/m ²	980	29	214	1358	> 120	ЛВ HF	–	–
Полотно нетканое (термоскрепленные ПЭ волокна — 100 %), $p = 550$ г/м ² Non-woven fabric (heat-bonded polyester fibers — 100 %), $p = 550$ g/m ²	1250	33	189	1085	> 120	ЛВ HF	–	–
Эластичный ППУ, $p = 50$ г/см ³ Elastic polyurethane foam, $p = 50$ g/cm ³	755	30	174	1054	> 120	ЛВ HF	–	–
Ткань обивочная, 100 % ПЭ, $p = 260$ г/м ² Upholstery fabric, 100 % polyester, $p = 260$ g/m ²	1100	33	132	1341	–	–	180	ЛВ HF
Тик матрасный, 100 % хлопок, $p = 200$ г/м ² Mattress teak, 100 % cotton, $p = 200$ g/m ²	650	36	129	737	–	–	150	ЛВ HF
Жаккардовая ткань для матрацев (65 % ПЭ + + 35 % ХБ), $p = 200$ г/м ² Jacquard fabric for mattresses (65 % polyester + + 35 % cotton), $p = 200$ g/m ²	1350	31	198	1023	–	–	135	ЛВ HF

выявили влияние множества факторов на процесс воспламенения и последующего горения матрацев. Моделировались возможные сценарии пожара по причине возгорания от непотушенной сигареты или зажженной спички различных по химической природе волокон обивочных материалов и наполнителей, входящих в различные конструкции и размеры матрацев, выявлены опасные концентрации выделения целого ряда токсичных летучих продуктов горения, значительные величины скорости тепловыделения и распространения пламени [8–10]. Основное внимание уделялось установлению требований по регламентации пожаробезопасного использования матрацев в помещениях жилых и общественных зданий и возможности применения определенных методов испытаний на устойчивость к воспламенению [6, 10–12].

В нашей стране специальных исследований по оценке пожарной опасности матрацев до настоящего времени не проводилось. В работе [13] были проведены крупномасштабные испытания и моделирование возникновения и развития пожара при использовании в интерьере помещения гостиничного номера неогнезащищенных текстильных материалов. Анализируя динамику развития пожара по изменению величины параметров опасных факторов (потеря видимости, связанная с высокой дымообразующей способностью материалов, выход токсичных продуктов горения, температура воздуха, воздействие теплового потока), можно сделать вывод, что процесс интенсивно прогрессирует, в результате чего опасные условия для людей достигаются уже на второй минуте. Применение огнезащищенных текстильных материалов при аналогичных условиях моделирования пожара обеспечивает увеличение времени наступления опасных условий для людей до 10 мин, в результате чего достигается условие, при котором обеспечивается эвакуация людей.

Специалистами неоднократно рассматривались вопросы комплексной оценки пожарной опасности текстильных и кожевенных материалов в зависимости от функционального назначения и области применения [14, 15].

Для снижения воспламеняемости элементов мягкой мебели разработано множество подходов, учитывающих применение огнезащищенных материалов и устройства их в конструкции матраца определенным специальным образом [16–18].

Однако основной проблемой обеспечения пожаробезопасного их применения как в жилом, так и в общественном секторе в нашей стране является отсутствие стандартной методики испытаний и критериев оценки, и по этой причине производители матрацев получают подтверждение их соответствия устойчивости к воспламенению только в добровольном порядке по стандартной методике испытаний

мягкой мебели согласно ГОСТ Р 53294–2009 (п. 5) (образец матраца формируют в виде макета сидения), используя только «сигаретный тест».

С целью определения степени объективности оценки воспламеняемости матрацев методом ГОСТ Р 53294–2009 (п. 5) были проведены сравнительные экспериментальные исследования с использованием стандартного оборудования и средств измерений методики ГОСТ Р 53294–2009 (п. 4.4.18), предназначенной для испытаний постельных принадлежностей.

В табл. 2 представлены результаты проведенных сравнительных экспериментальных исследований воспламеняемости образцов некоторых композиционных сочетаний матрацев с одним слоем наполнителя, выполненных по вышеуказанным методикам при использовании в качестве источников зажигания сигареты и газовой горелки. Исследования проводились на экспериментальных базах испытательной лаборатории ФГБУ ВНИИПО МЧС России и Автономной некоммерческой организации «Центр сертификации и исследований «МЕТРОНОМ». Для указанных исследований были выбраны различные по составу волокон (хлопчатобумажных — ХБ, полиэфирных — ПЭ, полиэфирных огнезащищенных — ПЭ FR) поверхностной плотности и степени огнезащиты ткани чехлов на матрацы и горючие наполнители на основе вспененного полиуретана (ППУ) и полиэфирных (ПЭ) волокон толщиной 50 мм.

Из данных табл. 2 следует, что образец композиции матрацев № 2 с использованием огнезащищенной хлопчатобумажной ткани (ХБ) съемного чехла в сочетании с горючим наполнителем, классифицируемой как трудновоспламеняемая по методике испытаний ГОСТ Р 53294–2009 (п. 4.4.18), не прошел испытания и относится к легковоспламеняемым по методу ГОСТ 53294–2009 (п. 5) для элементов мягкой мебели (из-за сквозного прогара термopластичной полиэфирной составляющей ткани чехла и дальнейшего самостоятельного горения наполнителя). Аналогичные результаты испытаний получены для образцов композиций № 3–5. Кроме того, согласно данным табл. 2, существенным является неправомерность использования только теста «тлеющей сигареты» без оценки воздействия пламени, эквивалентного пламени спички, не позволяющая объективно оценить устойчивость к воспламенению мягкой мебели от маломощных источников зажигания, спрогнозировать возможность распространения пожара, а значит, в ряде случаев для обивки мебели допускается использование материалов из легковоспламеняемых полимеров. Так, образцы композиций № 2–5 при испытании согласно ГОСТ 53294–2009 (п. 5), относящиеся к трудновоспламеняемым (ТВ) по тесту

Таблица 2. Сравнительные экспериментальные данные испытаний по воспламеняемости композиций матрасов согласно методикам ГОСТ Р 53294–2009 (п.п. 4 и 5)

Table 2. Comparative experimental test data on flammability of mattress compositions according to GOST R 53294–2009 (p.p. 4 and 5)

Номер образца Specimen No.	Описание образцов композиций матрасов, состав, плотность (p) и классификация по воспламеняемости входящих в их состав материалов Description of specimens of mattress compositions, structure, density (p) and flammability classification of their components	Источник зажигания Ignition source	ГОСТ Р 53294–2009 (п. 4) GOST R 53294–2009 (p. 4)	ГОСТ Р 53294–2009 (п. 5) GOST R 53294–2009 (p. 5)
1	Съемный чехол — жаккардовая ткань (80 % ПЭ + 20 % ХБ), $p = 200 \text{ г/см}^2$ — ЛВ Чехол ткань (бязь 100 % ХБ), $p = 150 \text{ г/см}^2$ — ЛВ Наполнитель — эластичный ППУ, $p = 35 \text{ г/см}^3$ — ЛВ Removable case — jacquard fabric (80 % Polyester + 20 % cotton), $p = 200 \text{ г/см}^2$ — HF Case fabric (calico 100 % cotton), $p = 150 \text{ г/см}^2$ — HF Filler — elastic polyurethane foam, $p = 35 \text{ г/см}^3$ — HF	Сигарета Cigarette	TB DF	ЛВ HF
		Горелка Burner	ЛВ HF	ЛВ HF
2	Съемный стеганный чехол — огнезащищенная ткань (100 % ХБ), $p = 160 \text{ г/см}^2$ — ТВ Чехол — ткань (50 % ПЭ + 50 % ХБ), $p = 160 \text{ г/см}^2$ — ЛВ Наполнитель — термоскрепленное ПЭ волокно, $p = 600 \text{ г/см}^3$ — ЛВ Removable quilted case — fireproof fabric (100 % cotton), $p = 160 \text{ г/см}^2$ — DF Fabric case (50 % Polyester + 50 % cotton), $p = 160 \text{ г/см}^2$ — HF Filler — heat-bonded polyester fibers, $p = 600 \text{ г/см}^3$ — HF	Сигарета Cigarette	TB DF	TB DF
		Горелка Burner	TB DF	ЛВ HF
3	Чехол — 100 % ПЭ FR, $p = 200 \text{ г/см}^2$ ТВ Наполнитель — эластичный ППУ, $p = 35 \text{ г/см}^3$ ЛВ Case — 100 % Polyester FR, $p = 200 \text{ г/см}^2$ DF Filler — elastic polyurethane foam, $p = 35 \text{ г/см}^3$ HF	Сигарета Cigarette	TB DF	TB DF
		Горелка Burner	TB DF	ЛВ HF
4	Чехол — ткань (100 % ПЭ FR), $p = 200 \text{ г/см}^2$ — ТВ Наполнитель — термоскрепленное ПЭ волокно, $p = 600 \text{ г/см}^3$ — ЛВ Case — fabric (100 % Polyester FR), $p = 200 \text{ г/см}^2$ — DF Filler — heat-bonded polyester fibers, $p = 600 \text{ г/см}^3$ — HF	Сигарета Cigarette	TB DF	TB DF
		Горелка Burner	TB DF	ЛВ HF
5	Съемный стеганный чехол — ткань (ПЭ FR — 60 % + ПЭ — 40 %), $p = 260 \text{ г/см}^2$ — ТВ Чехол — ткань (тик — 100 % ХБ), $p = 150 \text{ г/см}^2$ — ЛВ Наполнитель — термоскрепленное ПЭ волокно, $p = 600 \text{ г/см}^3$ — ЛВ Removable quilted case — fabric (Polyester FR — 60 % + Polyester — 40 %), $p = 260 \text{ г/см}^2$ — DF Case — fabric (calico — 100 % cotton), $p = 150 \text{ г/см}^2$ — HF Filler — heat bonded polyester fibers, $p = 600 \text{ г/см}^3$ — HF	Сигарета Cigarette	TB DF	TB DF
		Горелка Burner	TB DF	ЛВ HF

«сигарета», классифицируются как легковоспламеняемые (ЛВ) при воздействии пламени газовой горелки, эквивалентной пламени спички.

Значительные расхождения в результатах испытаний композиций элементов мягкой мебели двумя указанными методами объясняются разницей в создании условий теплового воздействия.

Рассмотрим качественную физическую модель воздействия тепловых потоков от пламенного источника зажигания на испытуемый образец матраса в соответствии с методикой ГОСТ Р 53294–2009 (п. 4) и на образец сидения и спинки элемента мягкой мебели согласно ГОСТ Р 53294–2009 (п. 5). В обоих случаях основным источником теплового воздействия на испытуемые образцы, исходя из классического представления структуры пламени, является пламенная зона источника зажигания. В случае расположения источника зажигания на горизонтальной поверхности матраса основные составляющие теплового потока от пламени — конвективная, кондуктивная и большая часть радиационной (до 60 %), диссипируют в окружающую среду, не оказывая существенного воздействия на испытуемый образец (рис. 2). При проведении испытаний с образцами макета сидения источник зажигания расположен в непосредственной близости от вертикальной поверхности и, как следует из рис. 2, на испытуемую поверхность воздействуют конвективная, кондуктивная и радиа-

ционная составляющие теплового потока от пламенной зоны, что существенно облегчает формирование очага горения испытуемого образца мягкой мебели. Кроме того, скорость распространения горения по вертикальной поверхности образца может превышать в 1,5–2 раза скорость распространения пламени по горизонтальной поверхности этого же образца, и горение по вертикальной плоскости за счет радиационной составляющей оказывает существенное влияние на воспламенение горизонтальной поверхности образца [19].

Таким образом, экспериментальные исследования установили существенную разницу в отношении классификации по оценке воспламеняемости от стандартных маломощных источников зажигания, подтверждающих необходимость использования объективной методики, учитывающей функциональное назначение изделий мягкой мебели.

Выводы

В результате аналитических и экспериментальных исследований в настоящей работе удалось установить следующее.

За рубежом существует достаточно развитая нормативно-методологическая база, в определенной степени обеспечивающая пожаробезопасное применение предметов мягкой мебели в жилых и общественных помещениях зданий и сооружений. Согласно законодательству наиболее развитых стран, потребители обеспечены правом на информацию о воспламеняемости мебельной продукции, в том числе по обязательной специальной маркировке ее производителем.

В нашей стране не применяется скоординированная система оценки пожарной опасности мягкой мебельной продукции, требования по подтверждению соответствия ее в области пожарной безопасности разрознены, не согласуются между собой или отсутствуют, в частности, для матрасов.

Используемые материалы для изготовления матрасов являются легковоспламеняемыми, с высокой дымообразующей способностью и высокоопасными по показателю токсичности продуктов горения, что влияет на возможность распространения пожара в помещении при их возгорании и образовании его опасных факторов, блокирующих безопасную эвакуацию людей.

Для обеспечения пожарной безопасности указанной мягкой мебельной продукции необходимо применять композиции пониженной горючести с сохранением эксплуатационных характеристик изделия, для чего следует разработать объективную методику, учитывающую функциональные особенности применения матрасов. За основу разработки методов испытаний матрасов на воспламеняемость

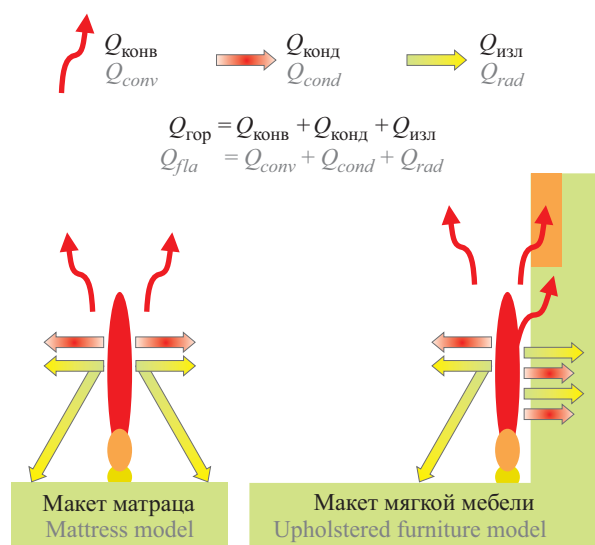


Рис. 2. Физическая модель теплового воздействия источника зажигания на объект испытаний: $Q_{гор}$ — тепловой поток от пламени; Q_{conv} — конвективная составляющая теплового потока; Q_{cond} — кондуктивная составляющая теплового потока; $Q_{изл}$ — излучающая составляющая теплового потока

Fig. 2. The physical model of the thermal effect of an ignition source on the tested object: Q_{fla} — heat flow from the flame; Q_{conv} — convective component of the heat flow; Q_{cond} — conductive component of the heat flow; Q_{rad} — radiating component of the heat flow

и критериев оценки целесообразно использовать аналогичные действующие зарубежные национальные стандарты.

Следует обеспечить потребителя информацией о степени воспламеняемости мягкой мебели, для чего необходима маркировка производителем выпускаемой пожаробезопасной продукции, возможно, в рамках проведения подтверждения со-

ответствия требованиям нормативных документов.

Целесообразно установить требования, ограничивающие применение легковоспламеняемых от маломощных источников зажигания мягких мебельных элементов в местах с массовым пребыванием людей (гостиницы, интернаты для престарелых и малоподвижных людей, больницы, hostels и т.п.).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Полехин П.В., Чебуханов М.А., Козлов А.А., Фирсов А.Г., Сибирко В.И., Гончаренко В.С. и др. Пожары и пожарная безопасность в 2020 году : Статистический сборник / под общ. ред. Д.М. Гордиенко. М. : ВНИИПО, 2021. 112 с.
2. Константинова Н.И., Ерофеев О.О. Пожаробезопасное применение мягкой мебели в зданиях и сооружениях // Актуальные проблемы пожарной безопасности : мат. XXXIII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. году науки и технологии. М., 2021. С. 530–533.
3. Nazaré S., Davis R.D., Butler K. Assessment of factors affecting fire performance of mattresses: a review // Fire Science Reviews. 2012. Vol. 1. Issue 1. Pp. 1–27. DOI: 10.1186/2193-0414-1-2
4. Troitzsch J.H. Fires, statistics, ignition sources, and passive fire protection measures // Journal of Fire Sciences. 2016. Vol. 34. Issue 3. Pp. 171–198. DOI: 10.1177/0734904116636642
5. Fire safety of furniture and furnishings in the home. A Guide to the UK Regulations. 2009. 52 p.
6. Pitts W.M. Summary and conclusions of a workshop on quantifying the contribution of flaming residential upholstered furniture to fire (NIST TN 1757) losses in the United States. Gaithersburg, MD : Technical Note (NIST TN), National Institute of Standards and Technology, 2012. DOI: 10.6028/NIST.TN.1757
7. Lock A. Memoranda on full-scale upholstered furniture testing, 2014–2015. Linda Fansler, Division of Engineering, 2016.
8. Fabian T.Z., Gandhi P.D. Upholstered furniture flammability: full-scale furniture and flashover experiments // Fire & Materials. San Francisco. CA, 2013.
9. Guillaume E., Didieux F., Thiry A., Bellivier A. Real-scale fire tests of one bedroom apartments with regard to tenability assessment // Fire Safety Journal. 2014. Vol. 70. Pp. 81–97. DOI: 10.1016/j.firesaf.2014.08.014
10. Babrauskas V. Upholstered furniture and mattresses. Fire Protection Handbook. Edition: 20. Chapter: Sec. 6, Chapter 6. National Fire Protection Association. 2008. Pp. 103–128.
11. Fabian T.Z., Gandhi P.D. Upholstered furniture flammability: Full-scale furniture and flashover experiments. Fire & Materials. San Francisco, CA, 2013.
12. Smith C.L. Preliminary regulatory analysis of a draft proposed rule to address cigarette and small open flame ignitions of upholstered furniture. Directorate for Economic Analysis, US CPSC, 2005.
13. Константинова Н.И. Огнезащита текстильных материалов : дис. ... д-ра техн. наук. М., 2004. 277 с.
14. Смирнов Н.В., Константинова Н.И., Семибратова И.С., Терешина Н.А., Поединцев Е.А. Комплексная оценка пожарной опасности текстильных и кожевенных материалов : рекомендации. М. : ВНИИПО, 2014. 28 с.
15. Константинова Н.И., Еремина Т.Ю., Николаева Е.А. Особенности выбора огнезащитных составов для текстильных материалов // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2018. Т. 27. № 9. С. 17–25. DOI: 10.18322/PVB.2018.27.09.17-25
16. Hall J.R. Estimating fires when a product is the primary fuel but not the first fuel, with an application to upholstered furniture // Fire Technology. 2015. Vol. 51. Issue 2. Pp. 381–391. DOI: 10.1007/s10694-014-0391-8
17. Ohlemiller T.J., Shields J.R., McLane R.A., Gann R.G. Flammability assessment methodology for mattresses (NISTIR 6497). NIST Interagency/Internal Report (NISTIR), National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD. 2000. DOI: 10.6028/NIST.IR.6497 (Accessed: November 21, 2021).
18. 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.
19. Молчадский И.С. Пожар в помещении. М. : ВНИИПО, 2005. 456 с.

REFERENCES

1. Polekhin P.V., Chebukhanov M.A., Kozlov A.A., Firsov A.G., Sibirko V.I., Goncharenko V.S. et al. *Fires and fire safety in 2020 : Statistical collection*. D.M. Gordienko (ed.). Moscow, VNIPO, 2021; 112. (rus).
2. Konstantinova N.I., Erofeev O.O. Fireproof application of soft furniture in buildings and structures. *Proceedings of the Actual Problems of Fire Safety : Materials of the XXXIII International Scientific and Practical Conference dedicated to the year of science and technology*. Moscow, 2021; 530-533. (rus).
3. Nazaré S., Davis R.D., Butler K. Assessment of factors affecting fire performance of mattresses : a review. *Fire Science Reviews*. 2012; 1(1):1-27. DOI: 10.1186/2193-0414-1-2
4. Troitzsch J.H. Fires, statistics, ignition sources, and passive fire protection measures. *Journal of Fire Sciences*. 2016; 34(3):171-198. DOI: 10.1177/0734904116636642
5. *Fire safety of furniture and furnishings in the home. A Guide to the UK Regulations*. 2009; 52.
6. Pitts W.M. *Summary and conclusions of a workshop on quantifying the contribution of flaming residential upholstered furniture to Fire (NIST TN 1757) losses in the United States*. Gaithersburg, MD, Technical Note (NIST TN), National Institute of Standards and Technology, 2012. DOI: 10.6028/NIST.TN.1757
7. Lock A. *Memoranda on full-scale upholstered furniture testing, 2014-2015*. Linda Fansler, Division of Engineering, 2016.
8. Fabian T.Z., Gandhi P.D. Upholstered furniture flammability: full-scale furniture and flashover experiments. *Fire & Materials*. San Francisco. CA, 2013.
9. Guillaume E., Didieux F., Thiry A., Bellivier A. Real-scale fire tests of one bedroom apartments with regard to tenability assessment. *Fire Safety Journal*. 2014; 70:81-97. DOI: 10.1016/j.fire-saf.2014.08.014
10. Babrauskas V. Upholstered furniture and mattresses. *Fire Protection Handbook. Edition: 20. Chapter: Sec. 6, Chapter 6*. National Fire Protection Association. 2008; 103-128.
11. Fabian T.Z., Gandhi P.D. Upholstered furniture flammability: Full-scale furniture and flashover experiments. *Fire & Materials*. San Francisco, CA, 2013.
12. Smith C.L. *Preliminary regulatory analysis of a draft proposed rule to address cigarette and small open flame ignitions of upholstered furniture*. Directorate for Economic Analysis, US CPSC, 2005.
13. Konstantinova N.I. *Fire protection of textile materials : dissertation of the Doctor of Technical Sciences*. Moscow, 2004; 277. (rus).
14. Smirnov N.V., Konstantinova N.I., Semibratova I.S., Tereshina N.A., Poedincev E.A. *Comprehensive fire hazard assessment of textile and leather materials : Recommendations*. Moscow, VNIPO, 2014; 28. (rus).
15. Konstantinova N.I., Eremina T.Yu., Nikolaeva E.A. Special aspects of fire retardant composition selection for textile materials. *Pozharovzryvobezopasnost/Fire and Explosion Safety*. 2018; 27(9):17-25. (rus).
16. Hall J.R. Estimating fires when a product is the primary fuel but not the first fuel, with an application to upholstered furniture. *Fire Technology*. 2015; 51(2):381-391. DOI: 10.1007/s10694-014-0391-8
17. Ohlemiller T.J., Shields J.R., McLane R.A., Gann R.G. *Flammability assessment methodology for mattresses (NISTIR 6497)*. NIST Interagency/Internal Report (NISTIR). National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD. 2000. DOI: 10.6028/NIST.IR.6497 (Accessed: November 21, 2021).
18. Konstantinova N.I., Eremina T.Yu., Kuznetsova N.N. Development of fire-proof textile materials that are safe in contact with human skin. *Chemical fibers*. 2019; 27(2):54-59. DOI: 10.18322/PVB.2018.27.09.17-25 (rus).
19. Molchadsky I.S. *Fire in a Room*. Moscow, VNIPO, 2005; 455. (rus).

Поступила 11.03.2022, после доработки 31.03.2022;

принята к публикации 04.04.2022

Received March 11, 2022; Received in revised form March 31, 2022;

Accepted April 4, 2022

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, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Россия, 143903, Московская обл., г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, 12; РИНЦ ID: 774306; ORCID: 0000-0003-0778-0698; e-mail: konstantinova_n@inbox.ru

ЗУБАНЬ Андрей Владимирович, канд. техн. наук, 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; РИНЦ ID: 774306; Scopus Author ID: 55847911600; Researcher ID: AAB-9575-2019; ORCID: 0000-0002-7799-2058, e-mail: avzuban@mail.ru

БУЛГАКОВА Алла Александровна, директор, Центр сертификации и исследований «Метроном», Россия, Московская область, г. Королев, пр-т Космонавтов, 17А; ORCID: 0000-0003-4078-2548; e-mail: metronom_aa@mail.ru

Вклад авторов:

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

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

Булгакова А.А. — развитие методологии, доработка текста, итоговые выводы.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors

Nataliya I. KONSTANTINOVA, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Chief 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; ID RISC: 774306; 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 Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, VNIPO, 12, Balashikha, Moscow Region, 143903, Russian Federation; ID RISC: 774306; Scopus Author ID: 55847911600; Researcher ID: AAB-9575-2019; ORCID: 0000-0002-7799-2058, e-mail: avzuban@mail.ru

Alla A. BULGAKOVA, Director, Non-Commercial Organization Certification and Research Center “Metronom”, Prospekt Kosmonavtov, 17A, Korolev, Moscow Region, Russian Federation; ORCID: 0000-0003-4078-2548; e-mail: metronom_aa@mail.ru

Contribution of the authors:

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

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

Alla A. Bulgakova — methodology development, follow-on revision of the text, final conclusions.

The authors declare no conflicts of interests.