

Вопросы огнезащиты напольных ковровых покрытий

Наталья Ивановна Константинова¹, Андрей Владимирович Зубань¹✉,
Борис Борисович Серков², Николай Витальевич Голов¹

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 Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, г. Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Текстильные ковровые покрытия, достаточно широко используемые для покрытий полов общественных и жилых зданий, при интенсивном тепловом воздействии, как правило, являются пожароопасными материалами. В то же время нормативные требования применения напольных ковровых покрытий (НКП) в общественных зданиях ограничивают применение пожароопасных материалов, в связи с чем необходимо проводить мероприятия по их огнезащите. Однако требования к средствам огнезащиты текстильных материалов отсутствуют, поэтому актуальной задачей является разработка технической документации на средства и технологию их нанесения для эффективной огнезащиты текстильных ковровых покрытий.

Методы исследования. Для проведения экспериментальных исследований по изучению факторов, влияющих на пожарную опасность НКП, в том числе огнезащищенных, использовались стандартные методы оценки критической плотности падающего теплового потока воспламенения (ГОСТ 30402), распространения пламени по поверхности (ГОСТ Р 51032), дымообразующей способности и токсичности продуктов горения (ГОСТ 12.1.044.89 (п.п. 4.18, 4.20)).

Результаты и их обсуждение. Проведен анализ структуры и химического состава составляющих элементов НКП, влияющих на пожароопасные характеристики материала.

Установлено, что наименьшую пожарную опасность представляют ковровые покрытия, в состав которых входят огнезащищенные на стадии их производства волокна.

Применяемые в настоящее время средства по механизму действия огнезащиты обычно распространяются только на определенный вид волокон ворса.

Экспериментально показано значительное снижение эффекта огнезащиты НКП поверхностно обработанными защитными средствами после сухих и, особенно, влажных чисток.

Выявлена необходимость обязательного учета ряда факторов при выборе средства для их эффективной огнезащиты на объектах и процедуры оценки их соответствия.

Выводы. Огнезащитные составы (ОС) должны разрабатываться для конкретного типа ковровых покрытий в зависимости от их структуры и химического состава основы и волокон ворса, а эффективность их действия должна приводить к обеспечению НКП соответствия существующим требованиям нормативных документов по пожарной безопасности в зависимости от области применения.

Ключевые слова: антипирен; волокна; показатели пожарной опасности; подтверждение соответствия; техническая документация

Для цитирования: Константинова Н.И., Зубань А.В., Серков Б.Б., Голов Н.В. Вопросы огнезащиты напольных ковровых покрытий // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2023. Т. 32. № 5. С. 16–25. DOI: 10.22227/0869-7493.2023.32.05.16-25

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

Fire protection of floor carpets

Nataliya I. Konstantinova¹, Andrey V. Zuban¹✉, Boris B. Serkov², Nikolay V. Golov¹

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

² The State Fire Academy of the Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination on Consequences of Natural Disasters, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. Textile carpets, widely used for floor coverings of public and residential buildings are usually fire-hazardous materials under intense heat exposure. Regulatory requirements for the use of floor carpet cover-

rings (FCC) in public buildings limit the use of fire-hazardous materials, and therefore it is necessary to carry out measures for their fire protection. However, there are no requirements for the means of fire protection of textile materials, so, an urgent task is to develop technical documentation for the means and technology of their application for effective fire protection of textile carpet coverings.

Research methods. Standard methods of estimation of the critical density of the incident heat flux of ignition (GOST 30402), flame propagation on the surface (GOST R 51032), smoke-forming ability and toxicity of combustion products (GOST 12.1.044.89 (p.p. 4.18, 4.20)) were used for experimental studies on the factors influencing the fire hazard of FCC, including fire-protected ones.

Research results and their discussion. The analysis of the structure and chemical composition of the constituent elements of FCC, which influence the fire hazard characteristics of the material, was carried out.

It is established that the lowest fire hazard is represented by carpet coverings, which include fire-protected fibers at the stage of their production.

Currently used means by the mechanism of action of fire protection usually apply only to a certain type of pile fibers. Experimentally shown a significant decrease in the effect of flame retardancy of FCC by surface-treated protective agents after dry and wet cleaning.

The necessity of mandatory consideration of a number of factors in the choice of means for their effective fire protection at facilities and procedures for assessing their compliance was revealed.

Conclusions. Flame retardant compositions should be developed for a specific type of carpeting, depending on its structure and chemical composition of the base and pile fibers, and the effectiveness of their action should lead to ensuring compliance with the existing requirements of fire safety regulations, depending on the field of application.

Keywords: flame retardant; fibers; fire hazard indicators; confirming compliance; technical documentation

For citation: Konstantinova N.I., Zuban A.V., Serkov B.B., Golov N.V. Fire protection of floor carpets. *Pozharovzryvo-bezopasnost/Fire and Explosion Safety*. 2023; 32(5):16-25. DOI: 10.22227/0869-7493.2023.32.05.16-25 (rus).

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

Введение

Напольные ковровые покрытия (НКП) достаточно широко применяются в помещениях общественных, административных, жилых зданий и оптимально сочетают в себе функциональные и эксплуатационные свойства, основными из которых являются поглощение шума и звукоизоляция.

Однако традиционные материалы (шерсть, полиамид, нейлон, полипропилен и др.), используемые для изготовления ковровых покрытий, весьма пожароопасны, и в условиях огневого воздействия способны воспламеняться, распространять пламя по поверхности, выделять дым и токсичные продукты горения.

В зависимости от области применения (помещения зданий и сооружений, различные виды транспорта и прочее) установлены нормативные требования пожаробезопасного применения НКП и методы оценки показателей их пожарной опасности, таких как распространение пламени, устойчивость к воздействию теплового потока, дымообразование и токсичность продуктов горения или терморазложения. Как правило, по показателям пожарной опасности многие представители НКП не соответствуют существующим нормативным требованиям, и без проведения процедуры огнезащиты применение их весьма ограничено в помещениях зданий с массовым пребыванием людей и на транспорте.

Однако требований в отечественной практике к применяемым в настоящее время средствам огне-

защиты для текстильных материалов, в том числе для НКП, не установлено.

Поэтому актуальной задачей является разработка технической документации на средства и технологию их нанесения для эффективной огнезащиты текстильных ковровых покрытий.

Методы исследования

Экспериментальные исследования показателей пожарной опасности образцов ковровых покрытий, различных по количественному и химическому составу волокон ворса, его высоты и плотности, а также степени огнезащиты, проводились в испытательных лабораториях ФГБУ ВНИИПО МЧС России и АГПС МЧС России.

Экспериментальные исследования по определению критической поверхностной плотности теплового потока (КППТП), при которой происходит воспламенение НКП, проводились с использованием метода испытаний и средств измерений в соответствии с ГОСТ 30402–96¹. Образец коврового покрытия размером 165 × 165 мм подвергался воздействию лучистого теплового потока с поверхностной плотностью от 5 до 20 кВт/м². За КППТП принималось ее минимальное значение, при котором отмечалось наличие устойчивого пламенного горения [1].

Оценка распространения пламени по горизонтальной поверхности проводилась с использованием метода и средств измерений согласно

¹ ГОСТ 30402–96. Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость.

ГОСТ Р 51032–97². Для исследований использовались образцы размером 1100 × 250 мм с подложкой, предусмотренной стандартом. Токсичность продуктов горения и дымообразующая способность образцов НКП оценивались стандартными методами и средствами измерений согласно ГОСТ 12.1.044–89 (п. 4.18 и 4.20)³.

Результаты исследований и их обсуждение

Учитывая зарубежный опыт производства и использования огнезащитных текстильных ковровых покрытий, можно сделать следующее обобщенное заключение.

В большинстве своем огнезащита ковровых покрытий осуществляется на стадии их производства путем использования различного рода выпускаемых фирмами комплексных антипиренов, которые содержат соединения брома и хлора, фосфор, азот (на основе меламина) или бораты.

Причем специализированными компаниями разработан перечень антипиренов, которые запрещено использовать при производстве текстильных напольных покрытий для гарантии соответствия любых производимых ковров требуемым стандартам пожарной безопасности при одновременном отсутствии каких-либо веществ, наносящих вред потребителю или окружающей среде. На сегодняшний день самой многочисленной группой применяемых антипиренов являются неорганические соединения [2, 3].

В российской нормативной практике требований к средствам обеспечения пожарной безопасности текстильных материалов и к их маркировке до настоящего времени не установлено, и в действующем с 1 января 2020 г. ТР ЕАЭС 043/2017⁴ не приведено какой-либо информации о технических показателях, характеризующих средства эффективной огнезащиты.

Отсутствие регулирования использования огнезащиты нередко приводит к применению неэффективных составов для поверхностной обработки, а значит возможности возгорания НКП. Поэтому важной и актуальной задачей является разработка нормативной документации, регламентирующей выбор составов для эффективной огнезащитной поверхностной обработки НКП, учитывающей многообразие факторов, влияющих на их пожарную опасность [4].

² ГОСТ Р 51032–97. Материалы строительные. Метод испытания на распространение пламени.

³ ГОСТ 12.1.044–89. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.

⁴ ТР ЕАЭС 043/2017. О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456080708>

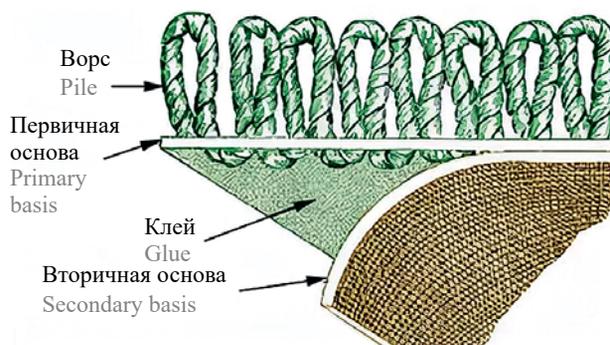


Рис. 1. Структура коврового текстильного покрытия
Fig. 1. Structure of carpet textile covering

К изделиям и предметам из текстиля для применения на различных видах транспорта (на морских и речных судах, вагонах железнодорожного транспорта и т.д.) предъявляются достаточно жесткие комплексные требования пожарной безопасности, исключающие использование легковоспламеняемых материалов с высокой дымообразующей способностью и токсичностью продуктов горения, и для оценки соответствия указанных требований используются различные методы испытаний⁵.

В зданиях различного класса функциональной пожарной опасности нормирование НПК осуществляется согласно требованиям ФЗ 123 (табл. 28, 29)⁶.

Составление и включение полной и объективной информации в техническую документацию на огнезащитные средства для эффективной огнезащиты НКП является отдельной важной задачей.

На рис. 1 представлена в общем виде структура коврового покрытия, состоящего из следующих слоев: ворс, первичная основа, закрепляющий слой и вторичная основа.

Ворс текстильного коврового покрытия имеет множество различных видов по химическому составу нитей (волокон): их плотности, технологии изготовления (например, разрезной, петлевой или комбинированный ворс) и высоте. Химический состав ворса коврового покрытия может состоять из натуральных волокон: шерсть, шелк, хлопок, джут, сизаль, лен; искусственных — целлюлозных (вискоза) и синтетических — полипропилен, полиэтилен, полиэфиры, полиамиды, полиакрилонитрил.

Первичная основа используется в ковровом покрытии для закрепления ворса и обеспечивает стабильность формы. Для превращения «полуготового» коврового покрытия в пригодное к использованию изделие необходимо прочно зафиксировать

⁵ Российский морской регистр судоходства. Российский Речной Регистр. ТР ТС 001/2011 «О безопасности железнодорожного подвижного состава».

⁶ ФЗ 123 от 22.07.2008. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

нити коврового ворса, для чего наносят специальный закрепляющий состав (клеящий компаунд).

В качестве клеящего компаунда могут быть использованы различные латексы — на основе поливинилацетата, поливинилхлорида, полиуретана, полиакрилата. Кроме фиксации петель латексирование имеет большое значение для придания прочности покрытию, так как ковровое покрытие подвергается значительным нагрузкам в процессе эксплуатации.

После нанесения закрепляющего слоя устраивается вторичная основа — видимый с изнанки слой, который будет непосредственно соприкасаться с полом. Она придает ковровому покрытию дополнительные качества — сопротивление усадке, упругость, эластичность, износостойкость, звуко- и теплоизоляцию, сопротивление скольжению. Существуют следующие основные виды вторичной основы: натуральный джут, искусственный джут, войлок, тканевая основа, резина, а также поливинилхлорид и битум для модульных ковровых изделий (ковровая плитка) и другие.

Таким образом, каждый из перечисленных многообразных элементов, составляющих ковровые покрытия, может влиять на пожароопасные характеристики материала, поэтому выбор замедлителей горения и технологии их нанесения является весьма сложной задачей, требующей для решения индивидуального подхода к каждому виду коврового покрытия.

Вопросы огнезащиты текстильных материалов рассматриваются в работах многих авторов [5–7]. Также внимание ученых направлено на изучение методологии испытаний текстильных материалов и изделий, разработку ассортимента текстильной продукции пониженной пожарной опасности [8–10], однако остается достаточно много не решенных задач, связанных, например, с возможностью эффективной огнезащиты НКП на объектах.

В табл. 1 представлены численные диапазоны значений параметров токсичности продуктов горения и коэффициентов дымообразования в режимах тления и горения различных по химическому составу волокон ворса ковровых покрытий. Из представленных данных следует, что материал ворса исследуемых НКП относится к высокоопасным материалам по показателю токсичности продуктов горения (группа Т3), с высокой дымообразующей способностью (группа Д3), кроме того, указанные виды материалов ворса имеют величину критической поверхностной плотности теплового потока менее 20 кВт/м² и относятся к группе легковоспламеняемых (группа В3) согласно ГОСТ 30402–96¹ и нередко к быстро распространяющим пламя по поверхности согласно методу ГОСТ Р 51032².

В табл. 2 представлены показатели пожарной опасности различных по составу ковровых покры-

Таблица 1. Параметры токсичности продуктов горения и дымообразующей способности некоторых видов волокон ворса ковровых покрытий

Table 1. Parameters of toxicity of combustion products and smoke-producing capacity of some types of fibers of pile of carpet coverings

| Состав ворса Pile composition | Количественный выход газообразных продуктов горения, мг/г Quantitative yield of gaseous combustion products, mg/g | | Коэффициент дымообразования D_{cp} , кг/м ² Smoke generation coefficient D_{av} , kg/m ² | |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| | CO | CO ₂ | тления smouldering | горения combustion |
| Хлопок Cotton | 140–200 | 160–180 | 1200–1400 | 700–900 |
| Полиамид Polyamide | 140–155 | 340–370 | 800–900 | 600–700 |
| Шерсть Wool | 140–210 | 700–1100 | 500–900 | 300–500 |
| Полиэфир Polyester | 160–200 | 1420–1500 | 1200–1400 | 1000–1100 |
| Полипропилен Polypropylene | 140–220 | 1400–1500 | 1100–1700 | 600–700 |

тий с петлевым ворсом, на джутовой основе и полипропиленовой прошивной нитью. Установлено, что наименьшую пожарную опасность представляют ковровые покрытия, в состав которых входят огнезащищенные на стадии их производства волокна. НКП без огнезащиты имеют, как правило, высокую дымообразующую способность, показатель токсичности продуктов горения по численному значению близок к предельному — высокоопасному, быстро распространяют пламя по поверхности, а по уровню КПППТ имеют диапазон численных значений 8–15 кВт/м².

Достичь требуемого нормативного уровня соответствия комплексу показателей пожарной опасности текстильного коврового покрытия представляется весьма проблематичной задачей, поскольку необходимо использование для поверхностной обработки огнезащитных средств, одновременно эффективно снижающих комплекс пожароопасных свойств определенного по структуре и составу коврового покрытия.

Применяемые в настоящее время средства по механизму действия огнезащиты обычно распространяются только на определенный вид волокон ворса. Огнезащитные пропиточные составы наносятся путем поверхностной обработки и окунания в раствор средства, одностороннего, двухстороннего напыления одного и (или) нескольких составов, иногда механизированного втирания в основу

Таблица 2. Результаты сравнительных исследований свойств пожарной опасности образцов напольных ковровых покрытий
Table 2. Results of comparative studies of fire hazard properties of carpet floor covering samples

| Ковровое покрытие Carpet covering | Состав ворса Pile composition | Высота ворса, мм Pile height, mm | Вес, г/м ² Weight, g/m ² | ГОСТ 30402 ¹ . Группа В (КППП), кВт/м ² GOST 30402 ¹ . Group V (KPPT), kW/m ² | ГОСТ 51032 ² . Группа РП (КППТ), кВт/м ² GOST 51032 ² . Group RP (KPPT), kW/m ² | ГОСТ 12.1.044–89 ³ GOST 12.1.044–89 ³ | |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| | | | | | | D_{cp} , м/кг D_m , м ² /kg | HCL ₅₀ , г/м ³ HCL ₅₀ , g/m ³ |
| Ковер жаккардовый двухполотный Jacquard double carpet | 99 % шерсть 99 % wool | 9 | 2650 | B3 (10,0) V3 (10.0) | РП4 (4,8) RP4 (4.8) | 640 | 39 ± 2 |
| Ковер жаккардовый двухполотный Jacquard double carpet | 40 % шерсть, 60 % ПАН 40 % wool, 60 % PAN | 5 | 2100 | B3 (7,5) V3 (7.5) | РП4 (3,2) RP4 (3.2) | 780 | 37 ± 2 |
| Ковровое покрытие Carpet covering | 100 % поли- пропилен 100 % poly- propylene | 5 | 1300 | B3 (8,3) V3 (8.3) | РП4 (4,2) RP4 (4.2) | 815 | 35 ± 2 |
| Ковровое покрытие Carpet covering | 100 % поли- амид 100 % poly- amide | 3 | 1100 | B3 (15,0) V3 (15.0) | РП3 (5,1) RP3 (5.1) | 750 | 40 ± 2 |
| Ковровое покрытие Carpet covering | 50 % шерсть с ОС, 50 % ПАН 50 % wool with backing, 50 % PAN | 4 | 2350 | B2 (20,2) V2 (20.2) | РП1 (>11) RP1 (>11) | 480 | 42 ± 2 |

или в ворсовую часть ковра и другими возможными комбинированными методами.

Механизм действия огнезащитных систем для различного рода полимерных волокон достаточно хорошо изучен. Термические характеристики волокон различны, поэтому для достижения эффективности огнезащиты учитывается химический состав антипиренов и их влияние на различные стадии термолитиза полимера [11–13].

В случае карбонизирующихся волокнистых полимеров (шерсть, хлопок) при горении на поверхности твердой фазы происходит накопление коксового остатка, что приводит к непрерывному изменению условий тепло- и массообмена в конденсированной фазе, т.е. уменьшается выход легколетучих горючих углеводородов в продуктах пиролиза, а образующийся кокс экранирует полимер от теплового потока и пламени, снижает температуру поверхности материала, затрудняет выход горючих газообразных продуктов в зону горения [14–16].

К наиболее применяемым в данном случае средствам огнезащиты относятся различные комбинации буры и борной кислоты, фосфор-, фосфоразот- и фосфоргалогенсодержащие соединения [17, 18].

При термоокислительном разложении таких полимеров, как полиамид, полипропилен и других, образуется значительное количество летучих, в том числе горючих, продуктов, попадающих в газовую фазу горения. В результате интенсивного протекания окислительных процессов в газовой фазе выделяется значительное количество тепла, способствующего устойчивому горению полимера. Следовательно, для эффективного ингибирования процесса горения необходимо уменьшить возможность протекания окислительных процессов в газовой фазе за счет уменьшения количества выделившейся энергии и концентрации горючих продуктов термолитиза, а также обеспечения ингибирования радикальных процессов при горении. В данном случае преимущественно для подавления термоокислительных процессов используются галогенсодержащие или комплексные соединения [19–22].

В работе [4] авторами уже рассматривались вопросы проведения огнезащиты текстильных материалов, однако НКП имеют существенные структурные различия, и требования к средствам огнезащиты для достижения требуемого эффекта более масштабны.

Наличие композиционного сочетания различных по химическому составу полимеров в ковровом покрытии создает дополнительные сложности при разработке рецептов ОС, эффективно действующих на подавление процесса горения комплексного материала.

Результаты анализа информации, представленной в технической документации наиболее часто используемых средств для проведения огнезащитных работ на объектах с ковровыми покрытиями, свидетельствуют о недостаточной ее полноте, а в некоторых случаях объективности.

Например, в технической документации и сертификатах подтверждения соответствия требованиям пожарной безопасности в обязательной или добровольной форме большинства огнезащитных составов для НКП (в статье не приводятся их коммерческие наименования) не указывается композиционный состав ковров, характеристики ворса, устойчивость к различным чисткам и прочему, что ставит под сомнение эффективность их действия в процессе эксплуатации.

По предварительной оценке при эксплуатации в зданиях и сооружениях у НКП, обработанных огнезащитными пропиточными составами, по прошествии определенного времени происходит заметное снижение эффективности огнезащиты и увеличение их пожароопасности. Ковровые покрытия в процессе эксплуатации обязательно подвергаются сухой, влажной или химической чисткам, т.е. комплексу физико-химических и механических процессов и операций, обеспечивающих удаление загрязнений с изделий, в том числе в среде различных растворителей.

Для исследований по оценке сохранения эффективности огнезащиты НКП после чисток были проведены эксперименты по определению устойчивости к воздействию теплового потока огнезащищенного различными средствами ковры после проведения сухих чисток. Для сравнения было выбрано 2 сертифицированных огнезащитных средства для ковровых покрытий (№ 1 и 2) и произведена ими огнезащита коврового покрытия с ворсом из смешанных шерстяных волокон (позиция 4 табл. 2). Также воспроизведена, согласно действующим инструкциям по применению, технология их нанесения (пропитка с указанным расходом методом распыления до полного увлажнения). Чистки производились в сухом отапливаемом помещении с помощью вертикального пылесоса со средней мощностью всасывания раз в семь суток. Полученные зависимости критической поверхностной плотности теплового потока воспламенения (КППТП) от кратности чисток представлены на рис. 2.

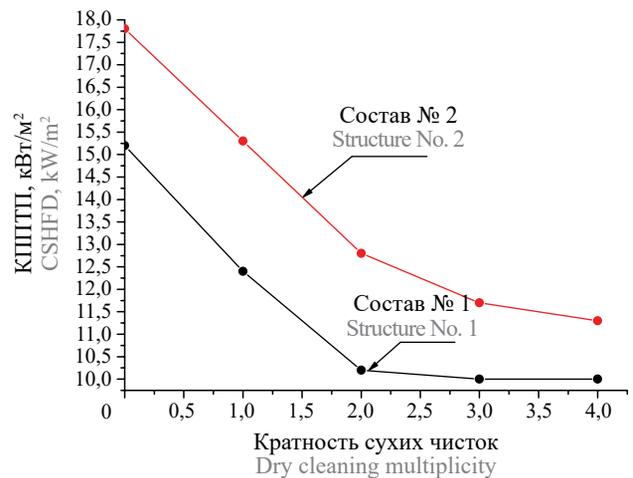


Рис. 2. Зависимость критической поверхностной плотности теплового потока воспламенения напольных ковровых покрытий от кратности чисток

Fig. 2. The dependence of critical surface heat flux density of floor carpets on the frequency of cleaning

Из полученных данных следует, что при высыхании раствора огнезащитного средства возможна миграция сухого остатка антипирена на поверхность ворса ковра с последующим его удалением при работе пылесоса, что в значительной степени снижает эффект огнезащиты. Можно предположить, что использование мокрой или химической чистки огнезащищенных пропиточными составами НКП будет еще в большей мере снижать эффект огнезащиты используемых изделий и повышать их пожарную опасность.

Для сравнения полученных данных были проанализированы результаты исследований образцов коврового покрытия из огнезащищенных волокон ворса (позиция 5 табл. 2), у которых изменение значений КППТП практически не происходило и оставалось в пределах численных значений 20,0–20,2 кВт/м².

Из полученных результатов исследований следует необходимость периодической повторной обработки огнезащитными составами НКП, находящихся в эксплуатации с целью сохранения уровня пожарной безопасности первично обработанного напольного покрытия, а также контроля качества повторной обработки.

Кроме того, при этом необходимо определить периодичность, совместимость и технологические параметры последующей обработки с их первичными средствами.

Безусловно, целесообразнее использовать на объектах, где предъявляются нормативные требования к пожаробезопасному применению НКП, ковровые изделия, огнезащита которых произведена на стадии их производства (как правило, использование модифицированных антипиренами

волокон ворса). Кроме соответствия установленным требованиям пожарной безопасности, такие НКП устойчивы практически ко всем видам чисток и сохраняют внешний вид и эксплуатационные свойства на весь период их эксплуатации.

По мнению авторов, поверхностную огнезащитную обработку преимущественно следует осуществлять для НКП во временных выставочных пространствах и в зданиях и сооружениях для обеспечения пожарной безопасности проведения мероприятий с массовым пребыванием людей.

Таким образом, данные проведенных исследований пожарной опасности ковровых покрытий выявили необходимость обязательного учета ряда факторов при выборе средства для их эффективной огнезащиты на объектах.

Процедура оценки соответствия средств огнезащиты обязательно должна учитывать многочисленные особенности поведения НКП в присутствии замедлителей горения при тепловом воздействии, а для выбора и использования эффективных средств техническая документация на них должна содержать наиболее полную информацию, характеризующую химические и физические свойства объекта защиты, область применения, технологию обработки, устойчи-

вость к чисткам, периодичность и параметры последующей обработки, условия и срок эксплуатации огнезащищенных материалов.

Выводы

Анализ нормативно-технической информации по вопросам огнезащиты текстильных ковровых покрытий и проведенные экспериментальные исследования позволили сделать следующее заключение.

ОС должны разрабатываться для конкретного типа ковровых покрытий в зависимости от их структуры и химического состава основы и волокон ворса.

Эффективность действия ОС должна приводить к обеспечению НКП соответствия существующим требованиям пожарной безопасности нормативных документов в зависимости от области применения.

Осуществление поверхностной обработки на объектах и процедура подтверждения соответствия требованиям пожарной безопасности вызывает необходимость в разработке нормативно-технических документов на средства огнезащиты именно для ковровых изделий, учитывающих многочисленные факторы, влияющие на эффективность защиты.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Корольченко О.Н., Цариченко С.Г., Константинова Н.И.* К вопросу о свойствах пожарной опасности огнезащищенной древесины // *Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety*. 2021. Т. 30. № 2. С. 23–34. DOI: 10.22227/PVB.2021.30.02.23-34
2. *Anju Singh.* Flame Retardant Finishes in Textile: Mechanism, Chemicals and Application // *Pursuing M. Sc. in Fabric and Apparel Science Delhi University*. India, 2013.
3. *Yusuf M.* A review on flame retardant textile finishing: current and future trends // *Current Smart Materials*. 2018. Vol. 3. No. 2. Pp. 99–108. DOI: 10.2174/2405465803666180703110858
4. *Константинова Н.И., Зубань А.В.* О требованиях к проведению огнезащиты текстильных материалов // *Безопасность труда в промышленности*. 2022. № 1. С. 57–62. DOI: 10.24000/0409-2961-2022
5. *Konstantinova N., Eremina T., Kuznetsova I.* Study of fireproof properties of textile materials safe when in contact with human skin // *E3S Web of Conferences*. EDP Sciences. 2019. Vol. 97. P. 03013. DOI: 10.1051/e3sconf/20199703013
6. *Бесианошников В.И.* Научные основы и инновационные технологии огнезащиты текстильных материалов : монография. М. : РИО РГУ им. А.Н. Косыгина, 2018. 188 с. ISBN: 978-5-87055-679-6
7. *Стиридонова В.Г., Ульева С.Н., Никифоров А.Л.* Применение антипиренов для придания огнезащитных свойств текстильным материалам // *Пожарная и аварийная безопасность*. 2018. С. 231–233.
8. *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
9. *Choudhury A.K.R.* Flame retardants for textile materials // *CRC Press*. 2020. DOI: 10.1201/9780429032318
10. *Стиридонова В.Г.* Исследование пожароопасных свойств текстильных материалов из целлюлозных волокон и совершенствование методов их оценки : дис. ... канд. техн. наук. Иваново, 2022.
11. *Бычкова Е.В., Щербина Н.А.* Влияние условий модификации на процессы пиролиза полиакрилонитрильного волокна : сб. мат. IX Междунар. конф. «Композит-2022» «Перспективные полимерные композиционные материалы. Альтернативные технологии. Переработка. Применение. Экология». 2022. С. 12–15.
12. *Назарович А.Н.* Исследование механизма огнезащитного действия неорганических замедлителей горения, хемосорбированных на полиэфирном волокне // *Полимерные материалы и технологии*. 2021. Т. 7. № 1. С. 91–98. DOI: 10.32864/polymmattech-2021-7-1-91-98

13. Tausarova B., Baiimbetova G. Fire-retardant properties of cellulose textile materials with the use of sol-gel technology // *Norwegian Journal of Development of the International Science*. 2021. No. 58 (1). Pp. 50–54. DOI: 10.24412/3453-9875-2021-58-1-50-54
14. Микрюкова О.Н. Разработка и исследование свойств огнезащитных текстильных материалов и пакетов спецодежды : дис. ... канд. техн. наук. 2018.
15. Lin X.D. et al. Smart Efficient Flame Retardant Carpets in Non Halogen Flame Retardant Polymers // *Advanced Materials Research*. 2013. Vol. 650. Pp. 279–284. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.650.279
16. Константинова Н.И., Зубань А.В., Нигматуллина Д.М., Корольченко О.Н. Исследование пожарной опасности текстильных материалов и изделий, используемых на пассажирских речных судах // *Речной транспорт (XXI век)*. 2022. № 4 (104). С. 35–38.
17. Pal A. et al. A Review on Fire Protective Functional Finishing of Natural Fibre Based Textiles : Present Perspective // *Cellulose*. 2020. Vol. 360. 370 p. DOI: 10.19080/CTFTTE.2020.07.555705
18. Kundu C.K. et al. Flame Retardant Treatments of Nylon Textiles: A Shift towards Eco-Friendly Approaches // *Flame Retardant and Thermally Insulating Polymers*. In *tech Open*, 2020. DOI: 10.5772/intechopen.94880
19. Бесишопошникова В.И., Лебедева Т.С., Загоруйко М.В. Огнезащитная модификация фогинолом-2 полиакрилонитрильных волокнистых материалов // *Материалы и технологии*. 2019. № 1 (3). С. 26–30. DOI: 10.24411/2617-149X-2019-11004
20. Коваленко Г.М., Бокова Е.С. Импрегнирование текстильных материалов огнезащитными составами на основе интерполимерных комплексов // *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*. 2015. № 6 (360). С. 221–226.
21. Lau C., Mi Y. A study of blending and complexation of poly (acrylic acid)/poly (vinyl pyrrolidone) // *Polymer*. 2002. No. 43. Pp. 823–829.
22. Бесишопошникова В.И., Хамматова В.В., Лебедева Т.С., Мерзлякина Т.В. Огнезащита синтетических волокон и тканей. В сб. : Актуальные проблемы экспертизы, технического регулирования и подтверждения соответствия продукции текстильной и легкой промышленности // *Сб. трудов по итогам работы Круглого стола с международным участием*. 2021. С. 47–51.

REFERENCES

1. Korolchenko O.N., Tsarichenko S.G., Konstantinova N.I. Flammability properties of fire-retardant timber. *Pozharovzryvbezopasnost'/Fire and Explosion Safety*. 2021; 30(2):23-34. (rus).
2. Anju Singh. Flame Retardant Finishes in Textile: Mechanism, Chemicals and Application. *Pursuing M. Sc. in Fabric and Apparel Science Delhi University*. India, 2013.
3. Yusuf M. A review on flame retardant textile finishing: current and future trends. *Current Smart Materials*. 2018; 3(2):99-108.
4. Konstantinova N.I., Zuban' A.V. About the requirements for conducting fire protection of textile materials. *Bezopasnost Truda v Promyshlennosti/Occupational Safety in Industry*. 2022; 1:57-62. DOI: 10.24000/0409-2961-2022 (rus).
5. Konstantinova N., Eremina T., Kuznetsova I. Study of fireproof properties of textile materials safe when in contact with human skin. *E3S Web of Conferences*. EDP Sciences, 2019; 97:03013. DOI: 10.1051/e3sconf/20199703013
6. Besshaposhnikova V.I. *Scientific foundations and innovative technologies of fire protection of textile materials : monografiya*. Moscow, RIO Russian State University named after A.N. Kosygin, 2018; 188. ISBN: 978-5-87055-679-6 (rus).
7. Spiridonova V.G., Ul'eva S.N., Nikiforov A.L. The use of flame retardants to impart flame-retardant properties to textile materials. *Pozharnaya i avarijnaya bezopasnost'/Fire and emergency safety*. 2018; 231-233. (rus).
8. Konstantinova N.I., Zuban' A.V., Bulgakova A.A. Improvement of methodological approach to assessment of fire hazard of mattresses. *Pozharovzryvbezopasnost'/Fire and Explosion Safety*. 2022; 31(2):22-32. DOI: 10.22227/0869-7493.2022.31.02.22-32 (rus).
9. Choudhury A.K.R. Flame retardants for textile materials. *CRC Press*. 2020. DOI: 10.1201/9780429032318
10. Spiridonova V.G. *Investigation of fire-hazardous properties of textile materials made of cellulose fibers and improvement of methods of their assessment : dissertation ... candidate of technical sciences*. Ivanovo, 2022. (rus).
11. Bychkova E.V., Sherbina N.A. *Influence of modification conditions on the pyrolysis processes of polyacrylonitrile fiber : collection of materials of the IX International Conference "Composite-2022" "Promising polymer composite materials. Alternative technologies. Recycling. Application. Ecology"*. 2022; 12-15. (rus).
12. Nazarovich A.N. Investigation of the mechanism of fire-retardant action of inorganic gorenje retardants chemisorbed on polyester fiber. *Polimernye materialy i tekhnologii/Polymer materials and technologies*. 2021; 7(1):91-98. DOI: 10.32864/polymmattech-2021-7-1-91-98 (rus).
13. Tausarova B., Baiimbetova G. Fire-retardant properties of cellulose textile materials with the use of sol-gel technology. *Norwegian Journal of Development of the International Science*. 2021; 58(1):50-54. DOI: 10.24412/3453-9875-2021-58-1-50-54

14. Mikryukova O.N. *Development and research of properties of flame-retardant textile materials and workwear packages : dissertation ... candidate of technical sciences.* 2018. (rus).
15. Lin X.D. et al. Smart Efficient Flame Retardant Carpets in Non Halogen Flame Retardant Polymers. *Advanced Materials Research.* 2013; 650:279-284. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.650.279
16. Konstantinova N.I., Zuban' A.V., Nigmatullina D.M., Korol'chenko O.N. Investigation of fire hazard of textile materials and products used on passenger river vessels. *Rechnoj transport (XXI vek)/River transport (XXI century).* 2022; 4 (104):35-38. (rus).
17. Pal A. et al. A Review on Fire Protective Functional Finishing of Natural Fibre Based Textiles: Present Perspective. *Cellulose.* 2020; 360:370. DOI: 10.19080/CTFTTE.2020.07.555705
18. Kundu C.K. et al. Flame Retardant Treatments of Nylon Textiles: A Shift towards Eco-Friendly Approaches. *Flame Retardant and Thermally Insulating Polymers.* In tech Open, 2020. DOI: 10.5772/intechopen.94880
19. Besshaposhnikova V.I., Lebedeva T.S., Zagorujko M.V. Flame retardant modification of fuginol-2 polyacrylonitrile fibrous materials. *Materialy i tekhnologii/Materials and technologies.* 2019; 1(3):26-30. (rus).
20. Kovalenko G.M., Bokova E.S. Impregnation of textile materials with flame retardants based on interpolymer complexes. *News of higher educational institutions. Textile industry technology.* 2015; 6(360):221-226. (rus).
21. Lau C., Mi Y. A study of blending and complexation of poly (acrylic acid)/poly (vinyl pyrrolidone). *Polymer.* 2002; 43:823-829.
22. Besshaposhnikova V.I., Hammatova V.V., Lebedeva T.S., Merzlikina T.V. Fire protection of synthetic fibers and fabrics. In the collection : Actual problems of expertise, technical regulation and conformity assessment of textile and light industry products. *Collection of works on the results of the Round Table with international participation.* 2021; 47-51. (rus).

Поступила 29.07.2023, после доработки 08.09.2023;

принята к публикации 26.09.2023

Received July 29, 2023; Received in revised form September 8, 2023;

Accepted September 26, 2023

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; AuthorID: 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; ResearcherID: AAB-9575-2019; AuthorID: 55847911600; PИHЦ ID: 774306; ORCID: 0000-0002-7799-2058; e-mail: avzuban@mail.ru

СЕРКОВ Борис Борисович, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры, Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; AuthorID: 434203; ORCID: 0009-0009-1570-3992; e-mail: serkovboris@icloud.com

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; AuthorID: 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; ResearcherID: AAB-9575-2019; AuthorID: 55847911600; ORCID: 0000-0002-7799-2058; e-mail: avzuban@mail.ru

Boris B. SERKOV, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Professor of Department, the State Fire Academy of the Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination on Consequences of Natural Disasters, Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation; AuthorID: 434203; ORCID: 0009-0009-1570-3992; e-mail: serkovboris@icloud.com

ГОЛОВ Николай Витальевич, канд. техн. наук, старший 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; ORCID: 0000-0002-8817-3445; e-mail: nv_golov@mail.ru

Вклад авторов: *все авторы сделали равный вклад в подготовку публикации.*

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Nikolay V. GOLOV, Cand. Sci. (Eng.), 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, VNIPO, 12, Balashikha, Moscow Region, 143903, Russian Federation; ORCID: 0000-0002-8817-3445; e-mail: nv_golov@mail.ru

Contribution of the authors: *the authors contributed equally to this article.*

The authors declare no conflicts of interests.