

М. П. ГРИГОРЬЕВА, научный сотрудник Научно-образовательного комплекса организационно-управленческих проблем ГПС, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; e-mail: margarita_theone@mail.ru)

Т. Ю. ЕРЕМИНА, д-р техн. наук, старший научный сотрудник, профессор, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; e-mail: main@stopfire.ru)

Н. И. КОНСТАНТИНОВА, д-р техн. наук, профессор, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; e-mail: konstantinova_n@inbox.ru)

УДК 614.8.083.7

К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ ДЫМООБРАЗУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ НАПОЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ

Рассмотрены вопросы совершенствования методологии исследования напольных покрытий на дымообразующую способность при пожаре. Дан краткий обзор требований основных российских и международных нормативных документов, регламентирующих методы испытания напольных покрытий на дымообразующую способность. Рассмотрены методы оценки дымообразования материалов напольных покрытий и проанализированы их классификационные показатели, используемые как в российской нормативной пожарно-технической практике, так и в зарубежной. Сформулированы выводы о необходимости совершенствования принципов и методов исследования материалов на дымообразующую способность.

Ключевые слова: пожароопасные свойства напольных покрытий; методы оценки дымообразующей способности; дымовыделение; оптическая плотность дыма; классификационные показатели дымообразования; тепловой поток.

DOI: 10.18322/PVB.2015.24.08.34-42

На сегодняшний день во всех видах зданий применяются разнообразные напольные покрытия, которые могут способствовать распространению пожара и образованию опасных факторов, воздействующих на жизнь и здоровье людей.

Одним из таких факторов является возникновение дыма в объеме помещения или здания, где случился пожар. Процесс задымления очень сложен и в настоящее время до конца не изучен, однако можно с уверенностью утверждать, что, помимо геометрии помещения и объемно-планировочных решений, он зависит от способности материала образовывать дымовую среду.

Издавна для полной и адекватной оценки пожароопасных свойств применяемых материалов ученые и специалисты разных стран мира разрабатывали методологию их исследования на пожарную опасность, основываясь на собственных научных подходах. Таким образом, на сегодняшний день для исследования дымообразующей способности напольных покрытий, применяемых в гражданском строительстве, существует более 10 различных методов [1–5], применяемых на территории России, Европы, Австралии, Японии и США, которые изложены в национальных, межгосударственных и международных стандартах.

При этом совершенствование методов оценки дымообразующей способности материалов являет-

ся неотъемлемой частью общей системы обеспечения пожарной безопасности в каждой стране. Стандарты большинства стран пересматриваются и актуализируются в среднем в течение двух лет или ежегодно.

В России стандартизированным методом определения дымообразующей способности материалов, в том числе напольных покрытий, является ГОСТ 12.1.044–89*, который не подвергался актуализации с момента введения в действие, т. е. с 1990 г.

Исходя из вышеизложенного, представляется целесообразным:

- провести сравнительный анализ стандартных методов испытаний материалов напольных покрытий на дымообразующую способность, принятых в России и других странах;
- рассмотреть физико-химические особенности процесса дымообразования в условиях пожара применительно к напольным покрытиям;
- обосновать необходимость совершенствования существующего метода оценки дымообразующей способности напольных покрытий с учетом особенностей физических процессов развития пожара.

В нормативной системе оценки пожарной опасности материалов в России и за рубежом применяются методы, в которых дымообразующая способность напольных покрытий определяется исходя из

закона рассеяния света, а также условий возможно-го применения материала, его ориентации в пространстве помещения и воздействия теплового потока при пожаре от ограждающих конструкций и самого очага возгорания.

В качестве классификационных параметров дымообразующей способности напольных покрытий в основном применяют характеристики, основанные на оптических свойствах образующейся дымовой среды, однако единого подхода в международной системе оценки данного параметра в настоящее время нет. В каждой стране используют различные методы исследования дымообразования материалов [6–7], при этом результаты лабораторных испытаний часто носят лишь сравнительный характер [8].

В табл. 1 приведены данные по показателям нормативной оценки дымообразующей способности напольных покрытий, применяемых в зданиях с массовым пребыванием людей, на примере России, США, Австрии, Германии, Австралии и Японии. Следует отметить многообразие методов, применяемых на практике для классификации материалов в каждой стране, и их количество. Интересен также факт, что в основном интерпретация результатов испытаний есть построение кривой “ослабление света – время” и математическая обработка динамических характеристик дымообразования (скорость дымовыделения, максимальное ослабление света), что имеет более прочную связь с практикой, т. е. с возможностью прогнозировать поведение материала покрытия при пожаре и определять время, необходимое для своевременной эвакуации людей.

В отечественной терминологии дым определяют как “аэродисперсную систему, состоящую из продуктов неполного сгорания, золы, окислов металлов, сажи и смолистых веществ, частицы которой находятся во взвешенном состоянии в газах” [9].

В американской терминологии в нормативных документах в области пожарной безопасности термин “дым” звучит как “переносимые по воздуху твердые или жидкие частицы, выделяющиеся при горении или термоокислительном разложении материала” (Е 176). В работе [10] указывается, что дым — это “облако горячих газов над пламенем, состоящее из многих компонентов, которые можно объединить в три группы: горячие испарения и газы; несгоревшие продукты и сконденсированный материал; часть нагретого огнем воздуха, попавшего в облако”. В. Грин и Х. Лейн к “дымам” относят “разнообразную группу аэродисперсных систем, состоящих из частиц с малой упругостью пара и с малой скоростью седиментации под действием сил гравитации” [11].

Учитывая рассмотренные определения и работы авторов [1, 9–12], можно сделать вывод, что дым возникает в результате термоокислительных реак-

ций, протекающих в режимах термоокислительного разложения (тления) и пламенного горения, завер-шенного и незавершенного процесса окисления про-дуктов горения и протекания реакций свободных радикалов (стабилизация радикалов, конденсация, нуклеация).

При этом дымовая среда имеет неустойчивую структуру в течение периода ее образования и рас-пространения, почти всегда происходит изменение размера и формы частиц дыма вследствие их седи-ментации и диффузии, а также возникновение в са-мой системе частиц отрицательных и положитель-ных зарядов [2].

Фундаментальные принципы измерения дымо-образующей способности связаны с нахождением за-висимостей гравиметрических характеристик ды-мовых частиц и их светопропускающей способно-сти. Исследования проводятся при мало-, средне- и крупномасштабных испытаниях.

Существует два основных направления в мето-дологии исследования материалов на дымообразу-ющую способность:

- 1) *статические* испытания, проводимые в усло-виях замкнутой системы, присущих лабора-торным установкам;
- 2) *динамические* испытания, направленные на исследование характеристик дымовой среды во временных режимах.

Основным показателем дымообразующей спо-собности материала является оптическая плотность дыма D (Нп/м) на единицу длины светового луча, проходящего через дымовую среду, которая харак-теризует уровень видимости в дыму.

Для определения оптической плотности дыма при-меняются различные способы: оптические (изме-рение ослабления коллимированного пучка света), механические (отделение жидких и твердых дымо-вых частиц от дымовых потоков) и электрические (создание электрических зарядов в объеме иониза-ционной камеры). Измерения оптической плотности дыма основываются на законе Бугера–Ламберта–Бэра об ослаблении монохроматического луча света при прохождении через поглощающую среду:

$$I/T = e^{kL}; \quad (1)$$

$$k = \frac{1}{L} \ln \frac{I}{T}, \quad (2)$$

где I — начальное светопропускание, %;

T — конечное светопропускание, %;

k — коэффициент ослабления света (в ЕС при-меняется термин “коэффициент экстинкции”);

L — длина оптического луча, проходящего через дым, м.

Некоторые методы испытаний напольных покры-тий, принятые в международной практике, основы-

Таблица 1. Показатели оценки дымообразующей способности материалов напольных покрытий в различных странах

Государство	Нормативный документ	Классификационный показатель	Примечание
Россия	ГОСТ 12.1.044–89*. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (п. 4.18)	Коэффициент дымообразования, $\text{м}^2/\text{кг}$	Рассчитывается как оптическая плотность дыма, приведенная к начальной массе образца, геометрическим размерам камеры измерений, начальной и конечной величинам ослабления пучка света в дымовой среде, длине оптического луча
Соединенные Штаты Америки	ASTM-D-2843–99. Density of Smoke from the Burning or Decomposition of Plastics	Скорость дымовыделения (<i>smoke density rating</i>), $\text{м}^3/\text{мин}$	Среднее значение ослабления светопропускания по результатам трех испытаний рассматривается как функция времени; скорость дымовыделения рассчитывается как интегральная величина
	ASTM-E 84-00a [NFPA 255, UL 273]. Surface Burning Characteristics of Building Materials	Индекс дымообразования (<i>smoke index</i>)	Оптическая плотность дыма определяется при помощи построения кривой “ослабление света – время”; площадь полученной под кривой фигуры умножается на 100 и округляется до значения, кратного 5
	ASTM-E 662–97 [NFPA 258]. Specific Optical Density of Smoke Generated by Solid Materials (дополнительный метод)	Специальная величина оптической плотности дыма	Рассчитывается как оптическая плотность дыма, приведенная к длине оптического луча, площади образца и объему камеры
Австрия	ONORM B 3800-1. Behavior of building materials and components in fire — Building materials — Requirements and tests (VORNORM 1988-12–01)	Максимальная абсорбция света (<i>maximum light absorption</i>), %	Среднее значение ослабления светопропускания по результатам трех испытаний рассматривается как функция времени; максимальное значение поглощения света дымовой средой является пиком кривой
Германия	DIN 4102-1. Fire behavior of building materials and building components. Building materials, terminology, requirements and tests	Дымовыделение за период испытания, $\text{г}/\text{мин}$	Среднее значение ослабления светопропускания по результатам трех испытаний рассматривается как функция времени; скорость дымовыделения рассчитывается как интегральная величина
	DIN 4102-14. Fire behavior of building materials and building components. Determination of burning behavior of floor covering systems using a radiant heat source	Максимальное ослабление света, $\text{г}/\text{мин}$	
	DIN EN ISO 9239-1:2010-11. Reaction to fire tests for floorings — Part 1: Determination of the burning behaviour using a radiant heat source	Максимальное ослабление света, $\text{г}/\text{мин}$	
Австралия	AS/NZS 1530.3:1999. Methods for fire tests on building materials, components and structures — Simultaneous determination of ignitability, flame propagation, heat release and smoke release	Индекс дымовыделения (<i>smoke developed index</i>)	Максимальная оптическая плотность дыма рассчитывается исходя из длины луча света, проходящего через среду дыма, средней величины ослабления света за любую минуту испытаний. Среднее значение посчитанных таким образом величин является индексом дымовыделения
Япония	JIS K 7242-2–2008. Smoke generation — Part 2: Determination of optical density by a single-chamber test	Безразмерная величина оптической плотности дыма	Рассчитывается как оптическая плотность дыма, приведенная к длине оптического луча, площади образца и объему камеры

ваются на статическом исследовании дымообразования.

Одним из них является метод определения оптической плотности дыма в закрытой камере *NBS*

Smoke Chamber, разработанный Национальным бюро стандартов (США). В некоторых странах данный метод стандартизирован и внедрен в систему оценки пожарной опасности материалов, в том числе

Таблица 2. Сравнительные характеристики российского и зарубежного статических методов определения дымообразования напольных покрытий

Сравнительная характеристика	NBS Smoke Chamber	ГОСТ 12.1.044–89* (п. 4.18)
Расположение образцов при испытании	Внутри испытательной камеры, вертикальная ориентация, параллельно радиационной панели	В камере сгорания установлены электронагревательная панель, держатель образца и газовая горелка; образец располагается под углом 45° к горизонтали, параллельно радиационной панели
Количество и размер образцов при испытании	6 образцов размером 76×76×25 мм каждый	10–15 образцов размером 40×40 мм каждый; толщина образцов фактическая, но не более 10 мм (для образцов пенопластов допускается до 15 мм)
Время экспозиции	До 20 мин	По достижении минимального значения светопропускания
Габаритные размеры испытательной камеры	Объем 0,51 м ³ , размер 914×610×914 мм	Камера сгорания объемом 3·10 ⁻³ м ³ ; камера измерений размером 800×800×800 мм
Устройство источника зажигания	Пропановая горелка, расположенная на расстоянии 6,4 мм от образца и выше его нижней части	Запальная газовая горелка, представляющая собой трубку из нержавеющей стали с внутренним диаметром 1,5–2,0 мм
Устройство фотометрической системы	Источник света (цветовая температура (2200±100) К, мощность (4±2) Вт); вертикальный луч света длиной 914 мм; приемник света (фотометр); фотоэлектронный умножитель	Источник света (гелий-неоновый лазер мощностью 2–5 мВт); приемник света (фотодиод); длина оптического луча 800 мм
Режимы испытаний	Режим термоокислительного разложения (тления) (плотность теплового потока 25 кВт/м ²).	Режим тления (плотность теплового потока от 20 до 35 кВт/м ²): испытания начинают с плотности 35 кВт/м ² ; при испытаниях образцы не должны самовоспламеняться. В случае самовоспламенения образца при последующих испытаниях плотность теплового потока уменьшают на 5 кВт/м ² до тех пор, пока не прекратится самовоспламенение образца во время испытания.
	Режим пламенного горения (до 50 кВт/м ²)	Режим горения (при фиксированной плотности теплового потока 35 кВт/м ²)
Оценка результатов испытания	Оптическая плотность дыма, приведенная к площади образца, с учетом геометрических характеристик камеры	Оптическая плотность дыма, приведенная к массе сгоревшего материала, с учетом геометрических характеристик камеры

напольных покрытий: IEC 60695-6-30, ISO 5659-2 (в Японии JIS K 7242-2), BS 6401, ASTM E-662, NFPA 258.

Испытания проводят в двух режимах — термоокислительного разложения (тления) и пламенного горения. По их результатам получают оптическую плотность дыма, приведенную к единице площади образца, с учетом геометрических характеристик камеры и начальной и конечной величин светопропускания.

Оптическая плотность дыма, приведенная к единице площади экспонируемого образца, рассчитывается по формуле

$$D_s = \frac{V}{AL} \ln \frac{100}{T}, \quad (3)$$

где V — объем камеры, м³;

A — экспонируемая площадь образца, м².

В России применяется похожий метод по ГОСТ 12.1.044–89*, который сводится к вычислению коэффициента дымообразования — показателя, характеризующего оптическую плотность дыма, образующегося при пламенном горении или термоокислительном разложении (тлении) определенного количества твердого материала.

Основные отличия методов определения коэффициента дымообразования по ГОСТ 12.1.044–89* и *NBS Smoke Chamber* приведены в табл. 2.

Метод определения коэффициента дымообразования, как известно, заключается в исследовании образца материала под воздействием теплового потока интенсивностью 35 кВт/м², так как доказано, что большинство полимерных материалов имеет максимальное дымообразование при температурном режиме 400–500 °С. Установка состоит из камеры сгорания, в которой расположены электронагрева-

тельная панель, газовая горелка и держатель для образца и камеры измерений. В последней устроена оптическая система, через которую проходит аккумулирующийся дым.

Основные отличия методов NBS и ГОСТ 12.1.044–89* заключаются в способе размещения образца (вертикальная и горизонтальная ориентация) и в требованиях к тепловому воздействию на образец (ГОСТ 12.1.044–89* устанавливает неизменную величину плотности теплового потока в режиме пламенного горения 35 кВт/м^2). По-видимому, вертикальная ориентация образцов принимается исходя из наиболее опасного сценария развития пожара — быстрого распространения пламени по поверхности материала. Однако такой вариант едва ли отражает реальные процессы, происходящие при пожаре в зоне нахождения напольных покрытий.

Динамические методы измерения характеристик дымообразования материалов в некоторых странах принимаются как необязательные, для целей исследования поведения материала при горении и установления дополнительных характеристик. Оптическая плотность дыма измеряется в вытяжной трубе с помощью встроенной оптической системы.

Один из подобных методов изложен в стандартах DIN 4102-16, DIN 4102-15 "*Brandschacht*". Устройство для исследования дымовой среды располагается на расстоянии 100 мм от термопар для определения температуры дымовых газов в камере. Прибор состоит из источника света, образующего пучок света (длина горизонтального оптического луча 500 мм), проходящий через верхнюю часть камеры. Оптическая плотность дыма, регистрируемая с помощью данного метода, является классификационным параметром и входит в перечень характеристик для дополнительных специальных наблюдений за поведением материала при горении и указывается в сертификатах пожарной безопасности и технических отчетах при исследовании материалов на пожарную опасность.

Известный метод конического калориметра ISO 5660-2, в котором также возможны динамические измерения дымообразующей способности, на сегодняшний день применяется так же, как стандарт добровольного применения. Метод заключается в определении характеристик дымообразования в выпускной трубе калориметра посредством прохождения дыма через лазерную оптическую систему.

К динамическим методам можно также отнести метод исследования напольных покрытий на дымообразующую способность согласно стандарту EN ISO 9239-1:2010 (Метод определения пожарной опасности напольных покрытий путем воздействия теплового потока радиационной панели), который подразумевает определение двух основных характери-

стик пожарной опасности напольных покрытий — способности распространять пламя по поверхности и образовывать дым. Российский ГОСТ 51032–97 (Материалы строительные. Метод испытания на распространение пламени) имеет аутентичные разделы. В России данный стандарт послужил основой для разработки идентичного нормативного документа ГОСТ Р ИСО 9239-1–2014 (Испытания строительных материалов и изделий на пожарную опасность. Метод определения пожарной опасности напольных покрытий путем воздействия теплового потока радиационной панели), который введен в действие с 1 октября 2014 г.

Испытательный прибор состоит из камеры размером $1400 \times 725 \times 500$ мм, газовой радиационной панели с поверхностью излучения размером 300×450 мм, газовой горелки, пламя которой воздействует на образец на расстоянии 10 мм от ближнего края к радиационной панели. В стандартном режиме испытаний тепловой поток представляет собой стандартизованное, убывающее в направлении от радиационной панели распределение плотности теплового потока на поверхности испытываемого образца. В выпускном патрубке установлена фотометрическая система со светоприемником для измерения светопропускающей способности. По результатам испытания определяется критическая плотность теплового потока, при которой прекращается распространение пламени по поверхности в течение 30 мин, фиксируется расстояние распространения фронта пламени и изменение плотности дыма во время испытания.

Несмотря на то что все способы исследования оптических свойств дыма и процесса дымообразования основаны на единой научной теории, методы испытаний могут значительно различаться по многим причинам:

- испытание материала может проходить в статических и динамических условиях; методы испытаний в статических условиях демонстрируют поведение материала в закрытом или беспрепятственном помещении, в динамических условиях учитывается возможность движения дымовой среды под воздействием различных факторов (свободный газообмен в помещении, дымоудаление, распространение дыма по эвакуационным путям);
- длина оптического луча, проходящего через слои дыма, варьируется от 0,3 до 0,9 м в различных испытательных приборах; оптическая система может располагаться как вертикально, так и горизонтально, хотя горизонтальное расположение присуще больше динамическим исследованиям. Подобное устройство фотометрической системы имеет место и в статических испытани-

ях, но при этом есть опасность возникновения дымовых слоев различной оптической плотности, вследствие чего результаты измерений могут быть искажены (*XP2 Smoke Density Chamber, ISO Dual Chamber Box*); во избежание возникновения стратификации дымовой среды осуществляется контроль за циркуляцией воздуха в камере измерений;

- расположение, ориентация и стандартизированные размеры образца материала приняты для каждой установки в соответствии с условиями испытаний;
- тепловое воздействие на образец может оказывать падающий тепловой поток, излучаемый радиационной панелью, и источник зажигания в виде газовой горелки, имеющей соответствующее расположение и устройство; испытания проводят в режимах термоокислительного разложения (тления) и пламенного горения;
- результаты испытаний сводятся к определению различных классификационных показателей и характеристик дымообразования материала: максимальной оптической плотности дыма (H_p/m); конечного светопропускания (%); максимального ослабления света ($\% \cdot \text{мин}$); оптической плотности дыма, приведенной к массе (m^2/kg) и единице площади образца материала (m^2/m^2); максимальной удельной скорости дымообразования ($m^2/(m^2 \cdot \text{мин})$).

В результате аналитических исследований, которые в настоящее время проходят практическую апробацию, можно сформулировать доводы, обуславливающие необходимость совершенствования метода оценки дымообразующей способности по ГОСТ 12.1.044–89*:

- 1) метод определения дымообразования материалов (по ГОСТ 12.1.004–89*) не позволяет исследовать одновременно динамику изменения образования дымовой среды и потерю массы образца во время испытания, что крайне необходимо для оценки параметров реального пожара [13];
- 2) общеизвестно, что в условиях пожара напольные покрытия находятся в зоне тепловых потоков относительно низкой плотности [14–15]. Это может означать, что стандартная критическая плотность теплового потока $35 \text{ кВт}/\text{м}^2$ для определения реальной дымообразующей способности завышена;
- 3) отсутствие возможности контроля за динамикой дымовыделения, определения скорости дымовыделения и распространения дыма в объеме помещений и зданий препятствует нахождению связи получаемых результатов

со временем потери видимости в задымленной среде;

- 4) затруднительно применять результаты испытаний при моделировании опасных факторов пожара и расчете необходимого времени эвакуации, так как результаты испытаний достоверны при моделировании пожара на малых объемах, в случае заполнения помещения дымом полностью. При моделировании же пожароопасных ситуаций на реальных объектах погрешность может быть слишком высока. Необходимо учитывать основные условия и процессы, происходящие при задымлении помещения (газообмен, проемность, объемно-планировочные решения, стратификацию дымовой среды);
- 5) оценка дымообразующей способности напольных покрытий производится в условиях, соответствующих конечной стадии пожара, однако наибольший интерес представляет начальная стадия пожара по причине необходимости обеспечения безопасной и своевременной эвакуации до наступления времени блокирования выходов опасными факторами пожара.

Таким образом, для повышения объективности оценки дымообразующей способности напольных покрытий и получения исходных данных для моделирования пожара необходим учет динамических характеристик образования дымовой среды, что и обусловило принятие национального стандарта ГОСТ Р ИСО 9239-1–2014, идентичного европейскому EN ISO 9239-1:2010.

На сегодняшний день указанный стандарт может быть применен как *альтернативный* метод испытаний напольных покрытий на дымообразующую способность с момента включения его в перечень национальных стандартов, обеспечивающих выполнение требований Федерального закона № 123-ФЗ от 22.07.2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Выводы

1. Проведен сравнительный анализ методов оценки дымообразующей способности напольных покрытий в России и других странах; сделаны выводы об основных принципах методологии исследования дымообразования; выявлены основные отличия российского метода по ГОСТ 12.1.044–89* от метода *NBS Smoke Chamber*, принятого в США, Японии, Великобритании и некоторых других странах (ориентация образца; критическая плотность теплового потока, воздействующего на образец; особенности устройства газовой горелки).

2. Выявлено, что исследования дымообразования напольных покрытий приводят к результатам, справедливым лишь для условий, в которых проводится испытание. Опасность возникновения дыма следует рассматривать комплексно — по результатам оценки параметров, полученных как при статических, так и динамических измерениях, для последующего прогнозирования возможного задымления путей эвакуации.

3. Отмечены предпосылки для совершенствования российского метода оценки дымообразования, основным недостатком которого является отсутствие возможности проводить работы исследовательского характера, контролировать динамику дымообразования, определять скорость дымовыделения, что затрудняет применение полученных результатов для прогнозирования поведения материала покрытия в реальных условиях пожара.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Корольченко А. Я., Трушкин Д. В.* Пожарная опасность строительных материалов. — М. : Пожнаука, 2005. — 232 с.
2. *Troitzsch J.* Plastics Flammability Handbook. Principles, Regulations, Testing, and Approval. — 3rd ed. — Munich : Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, 2004. — 774 p. DOI: 10.3139/9783446436695.
3. *Трушкин Д. В.* Проблемы классификации строительных материалов по пожарной опасности. Часть 2. Сравнительный анализ экспериментальных методов по оценке пожарной опасности строительных материалов, принятых в России и странах Евросоюза. Определение воспламеняемости, дымообразующей способности, способности к распространению пламени по поверхности и токсичности продуктов сгорания строительных материалов // Пожаровзрывобезопасность. — 2014. — Т. 23, № 6. — С. 31–37.
4. *Graham S. Cowles.* Review of the Fire Performance of Floor Coverings // 6th International Conference and Exhibition, San Antonio, Texas, USA, February 22–23, 1999. — Conference paper No. 67 (1999).
5. *Östman B. A.-L., Mikkola E.* European fire tests for floorings // Proceedings of Interflam'96. — 1996. — P. 819.
6. *Еремина Т. Ю., Григорьева М. П.* Гармонизация российских и европейских систем нормативных документов в области пожарной безопасности строительных материалов // Пожарная безопасность. — 2013. — № 1. — С. 93–98.
7. *Еремина Т. Ю., Константинова Н. И., Григорьева М. П.* Методология оценки характеристик пожарной опасности напольных покрытий в России и странах ЕС // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. — 2014. — № 5. — С. 33–37.
8. *Johansson P., Axelsson J., Hertzberg T.* The influence of floor materials in room fires // Fire Technology, SP Report 2007:29. — Sweden, Borås : SP Technical Research Institute, 2007.
9. *Турков А. С.* Безопасность людей при пожарах. Становление системно-вероятностной концепции и методологии. — М. : ФГБУ ВНИИПО, 2012. — С. 22–31.
10. *Баратов А. Н., Андрианов Р. А., Корольченко А. Я., Михайлов Д. С., Ушков В. А., Филин Л. Г.* Пожарная опасность строительных материалов. — М. : Стройиздат, 1988. — 388 с.
11. *Батчер Е., Парнэлл А.* Опасность дыма и дымозащита / Пер. с англ. — М. : Стройиздат, 1983. — 153 с.
12. *Грин Х., Лейн В.* Аэрозоли — пыли, дымы и туманы / Пер. с англ. — 2-е изд. стер. — М. : Химия, 1972. — 428 с.
13. *Трушкин Д. В.* Оценка пожарной опасности строительных материалов на основе анализа динамических характеристик. I. Оценка горючести и дымообразующей способности // Пожаровзрывобезопасность. — 2002. — Т. 11, № 6. — С. 32–37.
14. *Серков Б. Б.* Пожарная опасность полимерных материалов, снижение горючести и нормирование их пожаробезопасного применения в строительстве : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. — М. : Академия ГПС МЧС России, 2001. — 49 с.
15. *Казиев М. М.* Обоснование предельно допустимой пожароопасности отделочных материалов для коридоров (на примере зданий гостиниц) : дис. ... канд. техн. наук. — М. : ВИПТШ, 1988. — 160 с.

Материал поступил в редакцию 8 апреля 2015 г.

Для цитирования: *Григорьева М. П., Еремина Т. Ю., Константинова Н. И.* К вопросу об оценке дымообразующей способности напольных покрытий // Пожаровзрывобезопасность. — 2015. — Т. 24, № 8. — С. 34–42. DOI: 10.18322/PVB.2015.24.08.34-42.

ON THE ISSUE OF ASSESSMENT OF FLOOR COVERINGS SMOKE-FORMING ABILITY

GRIGORYEVA M. P., Researcher of Educational Complex of Organizational and Managerial Problems in State Fire Service, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129301, Russian Federation; e-mail address: margarit_theone@mail.ru)

EREMINA T. Yu., Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher, Professor, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129301, Russian Federation; e-mail address: main@stopfire.ru)

KONSTANTINOVA N. I., Doctor of Technical Sciences, Professor, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129301, Russian Federation; e-mail address: konstantinova_n@inbox.ru)

ABSTRACT

Widespread use, a variety of materials used as floor coverings, as well as a large number of test methods for assessment of smoke-forming ability adopted in each country separately, pose new challenges for improving the methodology for assessing the ability of flooring emit smoke during a fire. It should be noted that the main normative document in Russia containing requirements for the assessment of smoke-forming ability, did not receive a renovation for 24 years.

The primary purposes of the research are a comparative analysis of the currently existing methods of valuation of smoke generation flooring in different countries and detection of sufficient prerequisites for critical perception and possible improvement of Interstate Standard 12.1.044–89* “Occupational safety standards system. Fire safety of substances and materials. The range of indicators and methods for their determination”.

We have selected the basic methods operating on the territory of Russia, Europe, USA, Japan and Australia for comparison. The conclusions of the analytical survey were summarized in the basic specialities and the subsequent analysis of the phenomenological picture of the process of research of floorings’ smoke-forming ability.

Special substance is in arguments, that stipulate improvement of the assessment of smoke-forming ability in accordance with Interstate Standard 12.1.004–89* that reflect mainly inability to use the test results as input data for the simulation without corrective calculations, as well as monitoring of the dynamics of smoke and, as a consequence, determining the rate of smoke emission.

Keywords: fire behavior of floor coverings; evaluation methods smoke-forming ability; smoke emission; optical smoke density; classification performance of smoke generation; heat flux.

REFERENCES

1. Korolchenko A. Ya., Trushkin D. V. *Pozharnaya opasnost stroitelnykh materialov* [Fire hazard of building materials]. Moscow, Pozhnauka Publ., 2005. 232 p.
2. Troitzsch J. *Plastics Flammability Handbook. Principles, Regulations, Testing, and Approval*. 3rd ed. Munich, Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, 2004. 774 p. DOI: 10.3139/9783446436695.
3. Trushkin D. V. Problemy klassifikatsii stroitelnykh materialov po pozharной opasnosti. Chast 2. Srovnitelnyy analiz eksperimentalnykh metodov po otsenke pozharной opasnosti stroitelnykh materialov, prinyatykh v Rossii i stranakh Evrosoyuza. Opredeleniye vosplamenyayemosti, dymobrazuyushchey sposobnosti, sposobnosti k rasprostraneniyu plameni po poverkhnosti i toksichnosti produktov sgoraniya stroitelnykh materialov [Problems of classification of construction materials for fire hazard. Part 2. Comparative analysis of experimental methods for fire hazard assessment of construction materials, accepted in Russia and the European Union countries. Determination of combustibility, flammability, flame spread, smoke production and toxicity of products of burning for construction materials]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2014, vol. 23, no. 6, pp. 31–37.
4. Graham S. Cowles. Review of the Fire Performance of Floor Coverings. 6th *International Conference and Exhibition, San Antonio, Texas, USA, February 22–23, 1999. Conference paper No. 67(1999)*.
5. Östman B. A.-L., Mikkola E. European fire tests for floorings. In: *Proceedings of Interflam '96*, 1996, p. 819.

6. Eremina T. Yu., Grigoryeva M. P. Garmonizatsiya rossiyskikh i yevropeyskikh sistem normativnykh dokumentov v oblasti pozharnoy bezopasnosti stroitelnykh materialov [The harmonization of Russian and European systems of normative documents in the field of fire safety of building materials]. *Pozharnaya bezopasnost — Fire Safety*, 2013, no. 1, pp. 93–98.
7. Eremina T. Yu., Konstantinova N. I., Grigoryeva M. P. Metodologiya otsenki kharakteristik pozharnoy opasnosti napolnykh pokrytiy v Rossii i stranakh ES [The methodology of fire danger estimation of floor coverings in Russia and EU]. *Stroitelnyye materialy, oborudovaniye, tekhnologii XXI veka — Construction Materials, Equipment, Technologies of XXI Century*, 2014, no. 5, pp. 33–37.
8. Johansson P., Axelsson J., Hertzberg T. The influence of floor materials in room fires. *Fire Technology, SP Report 2007:29*. Sweden, Borås, SP Technical Research Institute, 2007.
9. Turkov A. S. *Bezopasnost lyudey pri pozharakh. Stanovleniye sistemno-veroyatnostnoy kontseptsii i metodologii* [The safety of people in fires. Formation of system-probabilistic concepts and methodology]. Moscow, All-Russian Research Institute for Fire Protection Publ., 2012, pp. 22–31.
10. Baratov A. N., Andrianov R. A., Korolchenko A. Ya., Mikhaylov D. S., Ushkov V. A., Filin L. G. *Pozharnaya opasnost stroitelnykh materialov* [Fire hazard of building materials]. Moscow, Stroyizdat, 1988. 388 p.
11. Butcher E. G., Parnell A. C. *Smoke control in fire safety design*. London, E. & F. N. Spon, 1979. 178 p. (Russ. ed.: Batcher E., Parnell A. *Opasnost dyma i dymozashchita*. Moscow, Stroyizdat, 1983. 153 p.).
12. Green H. L., Lane W. R. *Particulate clouds: dusts, smokes and mists*. 2nd ed. London, Spon Ltd., 1964. 471 p. (Russ. ed.: Grin Kh., Leyn V. *Aerozoli — pyli, dymy i tumany*. Moscow, Khimiya Publ., 1972. 428 p.).
13. Trushkin D. V. Otsenka pozharnoy opasnosti stroitelnykh materialov na osnove analiza dinamicheskikh kharakteristik. I. Otsenka goryuchesti i dymoobrazuyushchey sposobnosti [Fire danger estimation of building materials based on analysis of dynamic characteristics. I. Estimation of combustibility and smoke production]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2002, vol. 11, no. 6, pp. 32–37.
14. Serkov B. B. *Pozharnaya opasnost polimernykh materialov, snizheniye goryuchesti i normirovaniye ikh pozharobezopasnogo primeneniya v stroitelstve: avtoref. dis. d-ra tekhn. nauk* [Fire danger of polymer materials, reduced flammability and rationing of fireproof construction applications. Abstr. dr. tech. sci. diss.]. Moscow, State Fire Academy of Emercom of Russia Publ., 2001. 49 p.
15. Kaziev M. M. *Obosnovaniye predelno dopustimoy pozharoopasnosti otdelochnykh materialov dlya koridorov (na primere zdaniy gostinits): dis. kand. tekhn. nauk* [Justification of the maximum permissible fire finishing materials for corridors (by way of example, building hotels). Cand. tech. sci. diss.]. Moscow, High Engineering Fire Technical School Publ., 1988. 160 p.

For citation: Grigoryeva M. P., Eremina T. Yu., Konstantinova N. I. K voprosu ob otsenke dymoobrazuyushchey sposobnosti napolnykh pokrytiy [On the issue of assessment of floor coverings smoke-forming ability]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2015, vol. 24, no. 8, pp. 34–42. DOI: 10.18322/PVB.2015.24.08.34-42.